# ATTI

DELLA

# SOCIETÀ ITALIANA

## DI SCIENZE NATURALI

E DEL

# MUSEO CIVICO

## DI STORIA NATURALE

IN MILANO

VOLUME CII
FASCICOLO I

MILANO

Marzo 1963

## CONSIGLIO DIRETTIVO PER IL 1962

*Presidente:* NANGERONI Prof. GIUSEPPE, *Via Aldo Manuzio, 15* (1962-63).

*Vice-Presidenti:*
- MOLTONI Dott. EDGARDO, *Museo Civico di Storia Naturale* (1961-62).
- VIOLA Dott. SEVERINO, *Via Vallazze, 66* (1962-63).

*Segretario:* CONCI Prof. CESARE, *Museo Civico di Storia Naturale* (1962-63).

*Vice-Segretario:* TORCHIO Dr. MENICO, *Museo Civico di Storia Naturale* (1962).

*Consiglieri:* (1962-63)
- MAGISTRETTI Dott. MARIO, *Via Tonale, 9*
- MARCHIOLI Ing. GIORGIO, *Via G. B. Morgagni, 22*
- RAMAZZOTTI Ing. Prof. GIUSEPPE, *Via Vittorio Veneto 24, Milano*
- SCHIAVINATO Prof. GIUSEPPE, *Via Botticelli, 23*
- SIBILIA Dott. ENRICO, *Minoprio (Como)*
- TACCANI Avv. CARLO, *Viale Premuda, 38*

*Cassiere:* TURCHI Rag. GIUSEPPE, *Viale Certosa, 273* (1961-62).

*Bibliotecario:* MALÌA KRÜGER

---

## ELENCO DELLE MEMORIE DELLA SOCIETÀ

| Vol. | | Fasc. | | anno | |
|---|---|---|---|---|---|
| Vol. | I. | Fasc. | 1-10; | anno | 1865. |
| » | II. | » | 1-10; | » | 1865-67. |
| » | III. | » | 1-5; | » | 1867-73. |
| » | IV. | » | 1-3,5; | » | 1868-71. |
| » | V. | » | 1; | » | 1895 (Volume completo). |
| » | VI. | » | 1-3; | » | 1897-1910. |
| » | VII. | » | 1; | » | 1910 (Volume completo). |
| » | VIII. | » | 1-3; | » | 1915-1917. |
| » | IX. | » | 1-3; | » | 1918-1927. |
| » | X. | » | 1-3; | » | 1929-1941. |
| » | XI. | » | 1-3; | » | 1944-1955. |
| » | XII. | » | 1-3; | » | 1956-1959. |
| » | XIII. | » | 1; | » | 1961. |

Pavia — Premiata Tipografia Successori FUSI - Via L. Spallanzani 27 — 1963

# ATTI

DELLA

# SOCIETÀ ITALIANA

DI SCIENZE NATURALI

E DEL

# MUSEO CIVICO

DI STORIA NATURALE

IN MILANO

VOLUME CII

Anno 1963

Milano 1963

**Pier Giuseppe Caretto**

# NUOVI DATI SULLA ESTENSIONE DELLA FORMAZIONE A FACIES PIACENZIANA A OVEST DELLA CITTA' DI ASTI

## Premessa

A cominciare dall'anno 1959 ho condotto frequenti ricerche nelle località facenti capo ai Comuni di Baldichieri, Cortandone, Monale e Valleandona presso Asti [1], con l'intento di individuarvi affioramenti fossiliferi e di formare nuove raccolte di Molluschi, tali da consentire l'apporto di ulteriori contributi alla sistematica ed alla ecologia della malacofauna pliocenica piemontese. Venni spinto a raccogliere fossili in terreni in passato già ampiamente considerati sotto l'aspetto paleontologico, per alcune ragioni di ordine stratigrafico e pratico. I motivi a sostegno delle ricerche da me condotte sono, essenzialmente, i seguenti:

*a*) I reperti appartenenti alle vecchie collezioni appaiono, non di rado, privi di precise indicazioni circa le località ed i livelli di provenienza.

*b*) I fossili, descritti nelle opere fondamentali in materia, non sempre risultano essere stati raccolti direttamente a cura degli studiosi che li illustrarono e ne definirono la collocazione stratigrafica.

*c*) Difficoltà sorgono allorquando debbano essere effettuati confronti di materiale malacologico con i tipi ed i tipoidi di collezioni anche famose come quelle di L. Bellardi e F. Sacco, causa frequente illeggibilità nella cartellinatura originale o per danneggiamenti e manomissioni subiti in gran parte a seguito di eventi bellici.

---

[1] Foglio 69 (Asti) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000; tavolette topografiche IV N.O. (Montafia) - IV S.O. (San Damiano d'Asti) - IV N.E. (Camerano - Casasco) - IV S.E. (Asti).

*d*) Descrizioni e riproduzioni iconografiche non chiare, presenti talvolta nelle monografie classiche, possono dare adito a dubbi di interpretazione nelle determinazioni.

*e*) Nelle trattazioni relative alle faune a Molluschi del Pliocene piemontese si è, generalmente, trascurato di tenere conto delle associazioni faunistiche rilevabili in determinati livelli che, spesso, segnano la transizione fra la facies piacenziana e quella astiana.

*f*) Si può ritenere opportuno che alcuni problemi ecologici possano essere puntualizzati sulla scorta di raccolte procurate in modo controllato e aderenti il più possibile ai dettami stratigrafici.

Fino a tutt' oggi, ho avuto la possibilità di effettuare numerosi scavi nelle sabbie a facies astiana, riuscendo a costituire una collezione, principalmente a Molluschi, abbastanza copiosa e formata da esemplari scelti e preparati in modo da garantirne la conservabilità.

In occasione delle periodiche esplorazioni sul terreno ho potuto rilevare la presenza, finora non segnalata, della facies piacenziana non lontano dal paese di Valleandona, i cui dintorni già costituiscono ben note località fossilifere per la facies astiana, essendo meta costante di studiosi e di ricercatori, anche occasionali. Le tipiche argille piacenziane, dal colore grigio-azzurrino, compaiono in più punti nella zona compresa fra la valle Andona a Ovest, la località Casabianca a Nord, il rio Rilate a Est e la strada nazionale n. 10 a Sud (fig. 1).

In particolare sono evidenti e paleontologicamente interessanti i sedimenti a facies piacenziana posti lungo gli alvei e sulle sponde di alcuni corsi d' acqua che incidono la base delle colline digradanti verso Asti. Gli affioramenti più rilevanti si notano, però, in una piccola valle detta localmente « valle Botto », a circa 1500 metri in linea d' aria a Est del paese di Valleandona. Lungo la valle Botto, sono apprezzabili serie stratigrafiche comprendenti, oltre agli strati argillosi piacenziani, altri livelli sovrapposti, corrispondenti a sedimenti di transizione fra la facies piacenziana e l' astiana, nonchè all'Astiano ed al Villafranchiano tipici.

Particolarmente nel livello di transizione fra le facies piacenziana e astiana ho eseguito scavi e posto in luce numerosi fossili ben conservati. La fauna a Molluschi di tale livello, specialmente composta di Gasteropodi, ha presentato non poche forme fino ad ora non segnalate nella zona. Inoltre, è stato possibile raccogliere una quantità relativamente grande di Muricidi, fra i quali numerosi individui riferibili

sia al *Murex brandaris* L. che al *Murex torularius* Lam. Seguendo i preziosi consigli del Prof. Roberto Malaroda, Direttore dell' Istituto di Geologia, Geografia Fisica e Paleontologia della Università di Torino, sto procedendo ad uno studio, attuato con l' ausilio del metodo statistico, onde porre in rilievo i rapporti filogenetici fra il *Murex brandaris*, attualmente vivente, e il *Murex torularius*, considerato

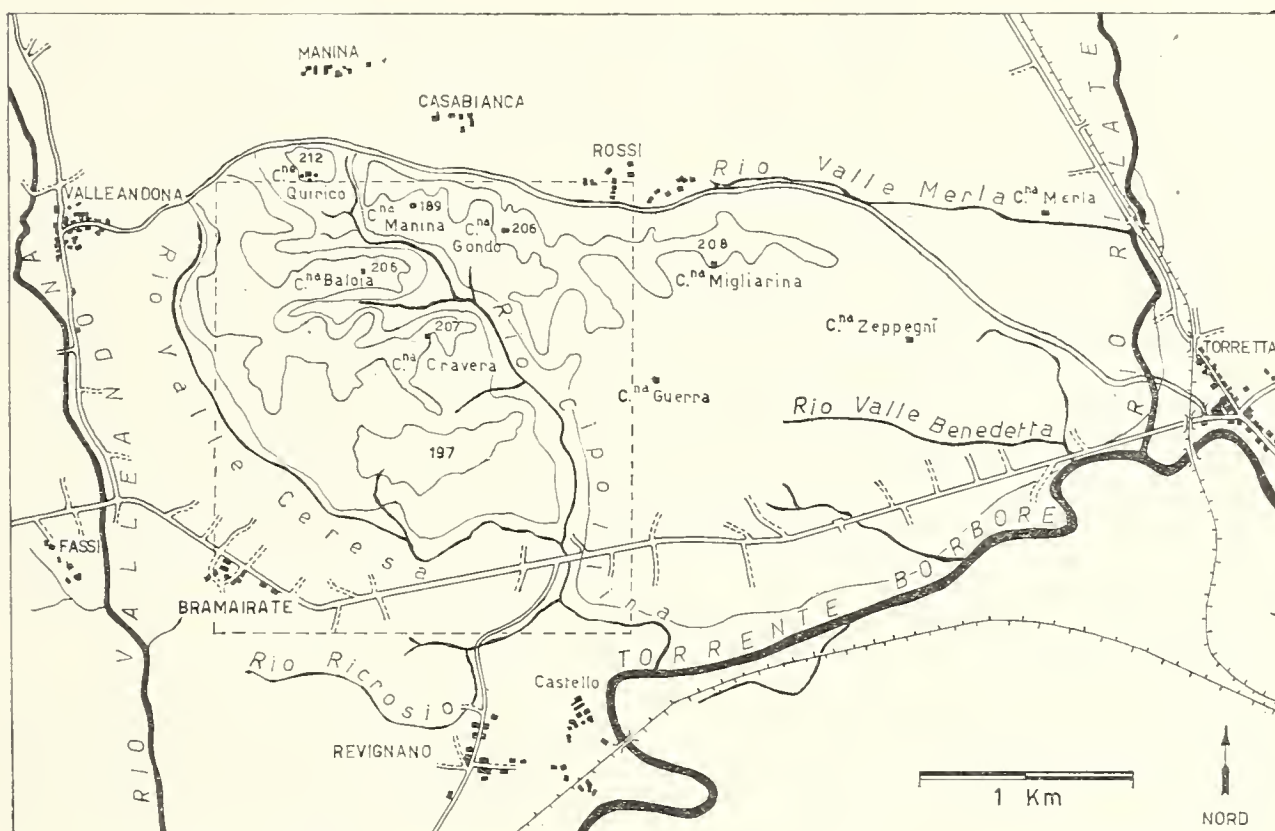



Fig. 1. — Schizzo topografico dell' area di cui tratta il presente lavoro, situata a Ovest di Asti (la zona delimitata dal tratteggio è quella in cui gli affioramenti piacenziani e della facies di transizione sono maggiormente evidenti ed è illustrata a scala maggiore nella fig. 2).

da alcuni autori come il progenitore del primo. Non appena ultimato tale studio, mi riservo di descrivere ed illustrare le faune da me raccolte, con il proponimento di apportare un sia pur modesto contributo alla migliore conoscenza del patrimonio fossilifero di località già famose per le citazioni degli studiosi e per l' attività di ricerca condottavi da oltre cento anni. Tutti i reperti, non appena ultimatane la determinazione, entreranno a far parte delle collezioni del Museo dell' Istituto di Geologia della Università di Torino.

Ho ritenuto intanto di dover segnalare, in via preliminare, i nuovi affioramenti di Piacenziano e della facies di transizione piacen-

ziano-astiana fornendo, in merito, alcune notizie di carattere geologico e paleontologico.

Sin d' ora, mi sia concesso di ringraziare la Direzione ed i colleghi dell' Istituto di Geologia della Università di Torino, per l' assistenza prestatami. Un ringraziamento particolare va al tecnico dell' Istituto, Sig. ARMANDO COELI, che ha sempre facilitato in ogni modo la mia attività paleontologica.

## Studi precedenti

Gli studi sul Pliocene delle località intorno ad Asti, intesi particolarmente sotto il profilo stratigrafico, sono poco numerosi e, per lo più, non recenti.

Fra gli altri, oltre ai lavori ben noti di A. SISMONDA [37], E. SISMONDA [38], del PARETO [20] e del MAYER [18], interessanti il Pliocene piemontese in generale, sono da ricordare gli studi di F. SACCO e, principalmente, l' opera: « Il Bacino Terziario e Quaternario del Piemonte » (edita nel 1889-1890), trattazione avente ancora oggi carattere fondamentale per la conoscenza del Cenozoico nelle nostre regioni.

Da menzionare ancora, sempre del SACCO, svariate pubblicazioni concernenti essenzialmente la Geologia applicata e riferite a località dell'Astigiano.

Più recentemente B. MARTINIS ([17], pp. 69-73) ha fornito nuovi dati, specialmente micropaleontologici, per la conoscenza della stratigrafia relativa alla valle Andona.

Come premesso, non consta che fino ad oggi siano state effettuate segnalazioni di affioramenti piacenziani per la zona, da valle Andona verso Asti, presa in esame nel corso delle mie ricerche di fossili. Invero, nella stagione in cui si ha pieno sviluppo della vegetazione, non riesce facile il rilevamento di livelli dalla potenza visibile limitata quali quelli ad argille grigio-azzurre dei dintorni di valle Andona. Non sono mancate, però, segnalazioni di livelli argilloso-sabbiosi riferibili alla facies piacenziana, ma unicamente riscontrati in profondità nel sottosuolo a seguito di trivellazioni effettuate nella stessa valle Andona o in luoghi vicini.

F. SACCO ne fa cenno con alcune citazioni in occasione di studi sui pozzi profondi delle località intorno ad Asti [34, 36]. Egli ([25], p. 485) rileva, altresì, come la città di Asti poggi, nella sua parte più

bassa (120-125 m), sui sedimenti piacenziani. Questo autore, nel descrivere gli aspetti geologici della valle del Borbore, non cita però affioramenti piacenziani a Nord del torrente, in corrispondenza della zona qui considerata, nè essi sono indicati sul foglio Asti della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

B. Martinis ricorda, infine, che un sondaggio eseguito « nel concentrico stesso di valle Andona » attraversò, dopo 4-5 metri di terreno giallo-rossastro, un centinaio di metri di sabbie gialle, riferite dal Sacco all'Astiano e « passanti in basso alle sabbie grigie del Piacenziano superiore ».

## Cenni geografici e geologici sulla zona degli affioramenti a facies piacenziana nei pressi della valle Andona

Nel suo tratto terminale la valle Andona è cinta ad Est da un insieme di rilievi collinosi, caratterizzati dalla non rilevante altitudine e incisi da piccole valli, per lo più poco aperte e ad andamento relativamente tortuoso.

Il complesso, orograficamente, rivela con evidenza l'aspetto tipico della collina astigiana, offrendo, non di rado, pendii ripidi ed essendo attraversato da numerosi piccoli corsi d'acqua confluenti verso Est nel rio Rilate e a Sud nel torrente Borbore. Questi ultimi delimitano, su due lati, le formazioni collinose protendentisi da Nord-Ovest verso la città di Asti, aprendo ampi fondi-valle che si congiungono a Sud-Est con l'area alluvionale originata dalla erosione del fiume Tanaro.

Dal punto di vista geologico la zona è costituita essenzialmente dai sedimenti pliocenici, fra i quali predominano le sabbie giallastre astiane.

Le argille di tipo piacenziano affiorano abbastanza frequentemente, alla base e per una potenza visibile anche di alcuni metri, essendo ben caratterizzate da fossili ottimamente conservati. Ad esse sovrasta, normalmente, un livello di transizione con potenza limitata a 12-15 metri, particolarmente evidenziato nella valle Botto.

Tale livello, delimitato inferiormente da brevi alternanze di straterelli argillosi grigiastri, è costituito da argille sabbiose di colore ocraceo, comprendenti una moltitudine di fossili.

Sovrastano, con passaggio graduale, le sabbie dell'Astiano, dalla potenza massima di circa 30 metri, incoerenti o debolmente cementate

e presentanti la caratteristica colorazione giallastra; tali sabbie sono quasi ovunque fossilifere, con livelli ricchi di Molluschi.

Sulla formazione astiana si distendono i depositi villafranchiani, generalmente costituiti da sabbie e ghiaie, con colorazione bruno-rossastra e contenenti lenti ciottolose. Gli strati villafranchiani sono evidenti nei pressi delle località di Valleandona, Casabianca, Rossi e Cravera.

Tutte le formazioni elencate presentano una giacitura suborizzontale e si immergono debolmente verso Sud, Sud-Est costituendo il fianco settentrionale della sinclinale astigiana il cui asse passa a breve distanza dalla città di Asti ([1]).

Le quote altimetriche alle quali è possibile osservare i livelli argillosi grigio-azzurri sono inferiori ai 150 metri sul livello del mare; tali depositi e gli strati di transizione sovrapposti sono, quindi, comunemente rilevabili alla base delle colline e in prossimità dell' alveo dei corsi d' acqua maggiormente incisi. In nessuna località è possibile apprezzare la potenza complessiva delle argille azzurrine nè si distinguono termini di passaggio inferiori. La potenza visibile è sempre limitata ad alcuni metri (fino a 5-6 metri).

Accenno ora, brevemente, ai principali luoghi di affioramento dei sedimenti piacenziani nella zona compresa tra la valle Andona e Asti.

Verso lo sbocco della stessa valle Andona, lungo il rio omonimo e alla base di una delle alte pareti sabbiose che quasi fronteggiano il paese, le formazioni argillose si osservano per una potenza di circa 2 metri. Saggi superficiali in queste argille hanno rivelato l' esistenza di resti di Echinodermi e sparsi Molluschi. La parete citata è posta a Sud-Ovest del nucleo di case, inferiormente alla località Castello.

Nella valle Botto (fig. 2), più profondamente scavata dall' erosione e ove confluiscono alcuni corsi d' acqua, gli affioramenti piacenziani sono abbastanza cospicui. Nel percorrere la valle Botto, si notano, fra i banchi sabbiosi e le argille azzurrine, livelli a forte concentrazione fossilifera, particolarmente nei pressi dei rilievi ove sono poste le cascine Quirico, Baloia e Manina. Sul fianco Sud della collina

---

([1]) La giacitura suborizzontale delle argille piacenziane è stata controllata con numerose misurazioni altimetriche nella zona.

su cui è situata quest' ultima cascina, è apprezzabile una serie stratigrafica comprendente, oltre agli strati argillosi, anche altri livelli fossiliferi superiori in ordinata successione, sino al Villafranchiano, rappresentato alla sommità del rilievo.

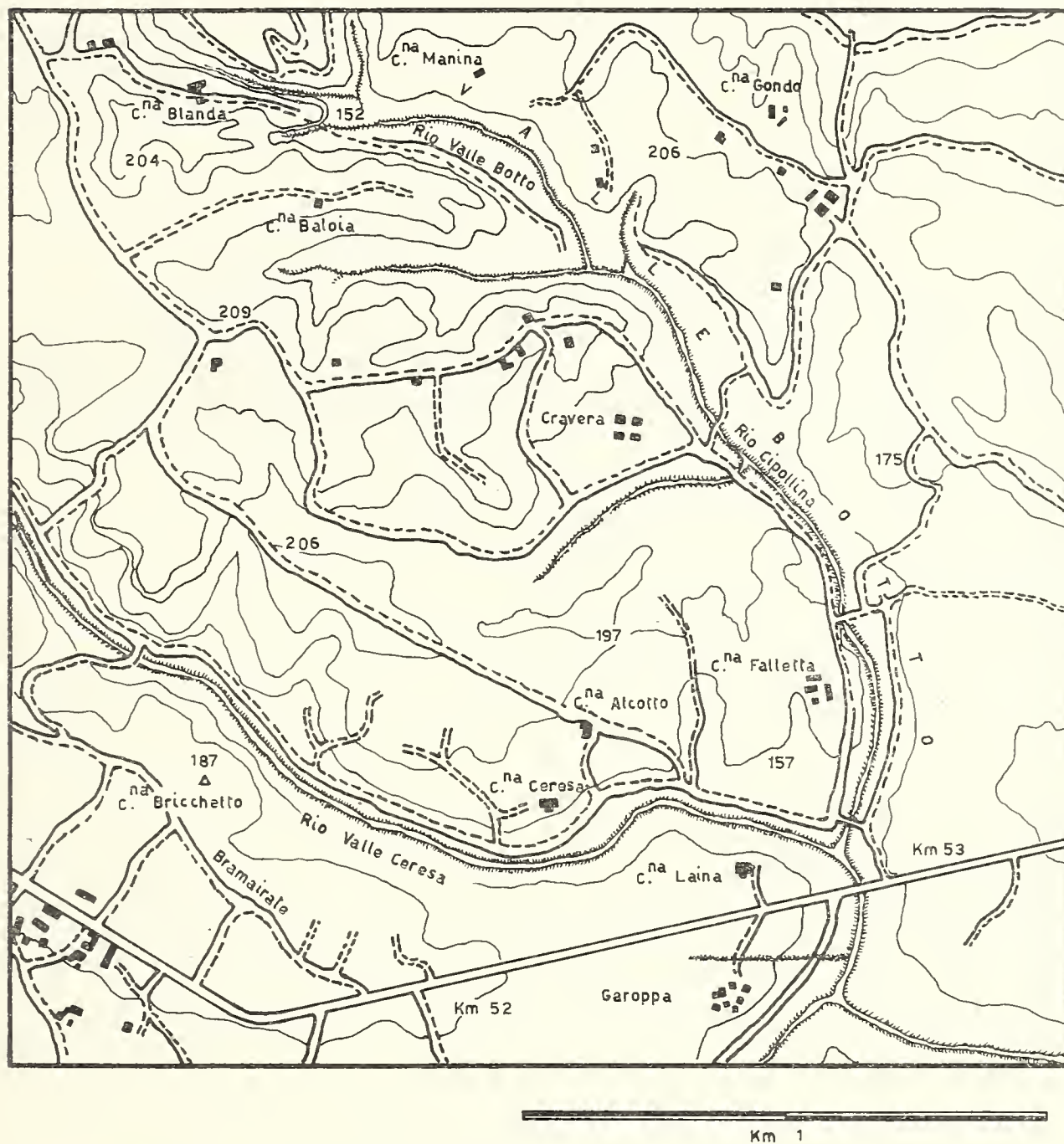



Fig. 2. — Cartina topografica della valle Botto e dintorni.

Proseguendo nella valle, lungo il rio che la percorre e il successivo rio Cipollina, è possibile seguire la continuità degli strati argillosi e del livello di transizione alla facies astiana; quest' ultimo è in particolare bene esposto nella località Cravera, essendo scavato prevalentemente in esso il tratto di strada carrareccia, che, superato un

piccolo ponte sul rio Cipollina, conduce alla sommità della collina. L' estensione e la ubicazione degli affioramenti pliocenici della valle Botto risultano schematicamente dallo stereogramma della fig. 3.

Più ad Est altri affioramenti di Piacenziano compaiono lungo le rive e nel letto del rio che percorre la valle detta Merla, dall' altezza di cascina Merla fino al rio Rilate. Nell' alveo del rio Rilate stesso, verso la confluenza con il torrente Borbore compaiono pure le argille

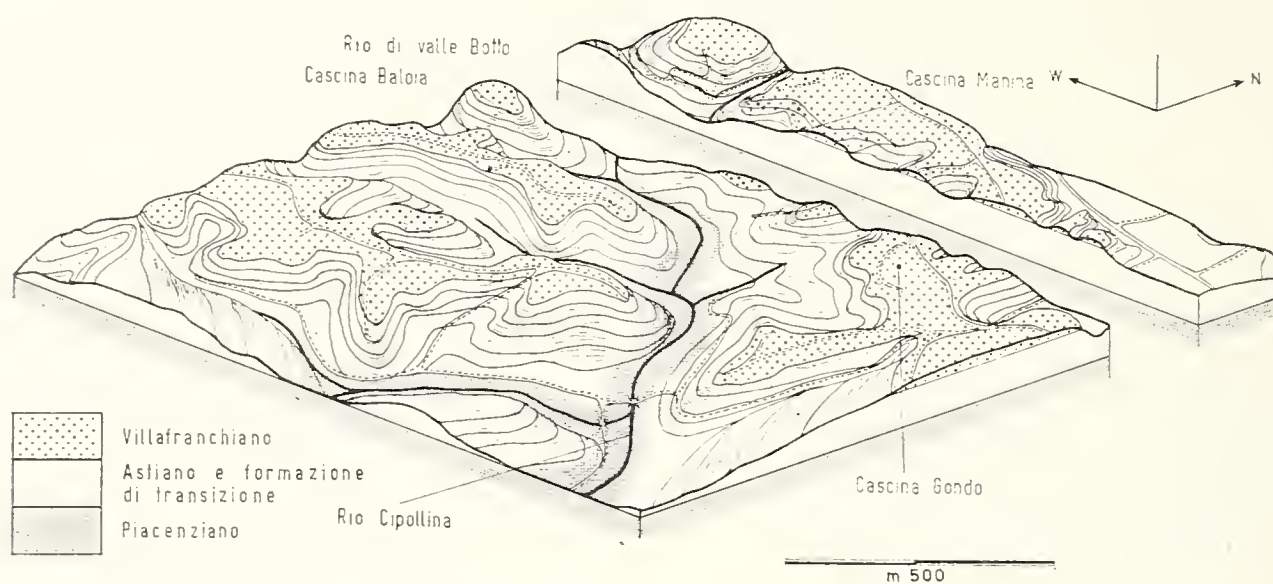



Fig. 3. — Stereogramma del complesso pliocenico di valle Botto e dintorni.

fossilifere. Anche lungo il rio che percorre la valle Benedetta e nei vicini modesti corsi d' acqua si notano condizioni analoghe a quelle precedentemente indicate, con affioramento delle argille piacenziane e della facies di transizione, quest' ultima alla base delle colline.

## La serie di cascina Manina

I sedimenti piacenziani sono rilevabili, nella valle Botto, poco ad Est del punto quotato 162 della tavoletta al 25.000, ove confluiscono tre piccoli corsi d' acqua tributari del rio che percorre il tratto di valle sino a Nord della località Cravera.

Racchiudono il rio rive alte e non molto scoscese, tali da permettere di seguire l' andamento dei livelli fossiliferi e di raccogliere agevolmente le malacofaune.

Quale punto di riferimento, ho stabilito la cascina indicata « Manina » [1] sulla tavoletta al 25.000 ed ora localmente conosciuta con il nome « Bauzano »; ho preso in esame il terreno a Sud-Ovest di

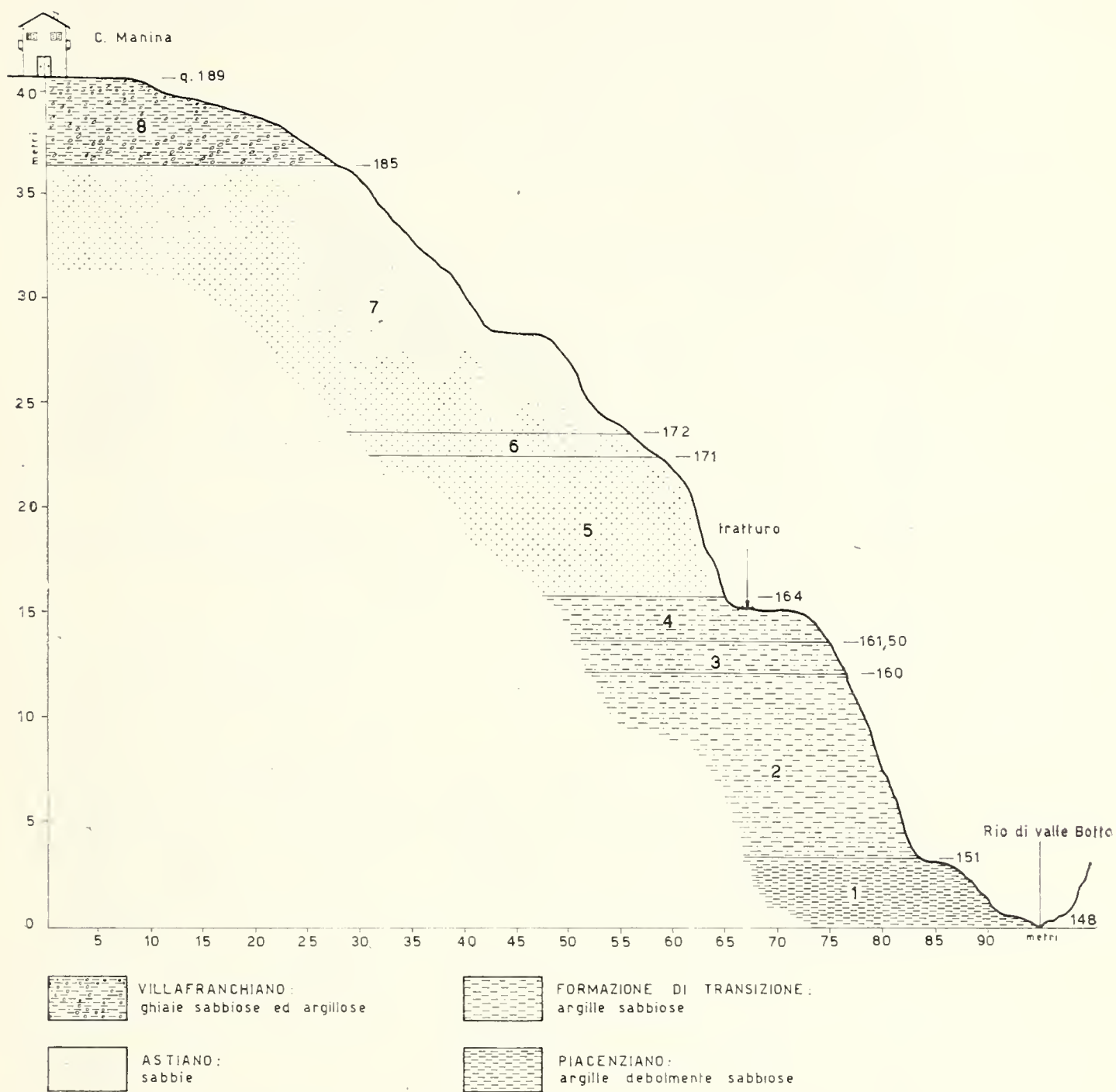



Fig. 4. — Serie di cascina Manina.

essa secondo un profilo la cui traccia forma un angolo di circa 16° col Nord geografico.

---

(1) Le coordinate di cascina Manina, con riferimento all'elissoide di Bessel, sono le seguenti: long. Ovest 4° 18′52″; lat. 44° 54′47″.

La serie affiorante è così composta dall' alto in basso (fig. 4):

8) Sabbie qua e là ghiaiose o debolmente argillose, contenenti straterelli con ciottoli centimetrici arrotondati, per lo più quarzitici. La colorazione, grigia in alcuni punti, è precipuamente giallo-rossastra per infiltrazioni ossidanti superficiali (m 4).

7) Sabbie giallastre incoerenti e relativamente grossolane, presentanti superiormente sottili intercalazioni sabbioso-argillose e qualche ciottolo (m 13).

6) Livello a sabbie giallastre comprendente Molluschi, con prevalenza di forme costiere e di Lamellibranchi quali Arcidi, Pernidi, Pettinidi e Ostreidi. Si notano, superiormente, concrezioni calcaree spesso inglobanti conchiglie (m 1).

5) Sabbie gialle incoerenti a grana medio-fine, comprendenti qualche Mollusco negli strati superiori (m 7).

4) Argille sabbiose di colore giallo scuro, poco cementate e tendenti, in alto, a divenire maggiormente sabbiose (m 2,5).

3) Livello ad argille sabbiose ricco di Molluschi, prevalentemente Gasteropodi; colorazione grigio-ocra e visibili impregnazioni di ossidi di ferro (m 1,5).

2) Argille sabbiose e di colore ocraceo, tendenti inferiormente al grigio, abbastanza cementate e contenenti Molluschi. In basso si notano brevi alternanze di sottili straterelli argillosi grigiastri (m 9).

1) Argille debolmente sabbiose (siltiti) grigio-azzurre, relativamente coerenti, con Molluschi ed Echinodermi sparsi (almeno m 3).

Dall' asse del rio di valle Botto sino all' altezza di cascina Manina, la serie ha una potenza complessiva di m 41 e, come si è accennato, il rilievo può essere tutto percorso senza difficoltà, mancando pendenze di grado elevato.

La giacitura degli strati, come essenzialmente si verifica per l' intera zona considerata, è suborizzontale, con immersione a Sud-Est, verso Asti.

La transizione fra i vari livelli avviene, come si è detto, gradatamente o con sottili alternanze, come risulta schematizzato nella colonna stratigrafica (fig. 5).

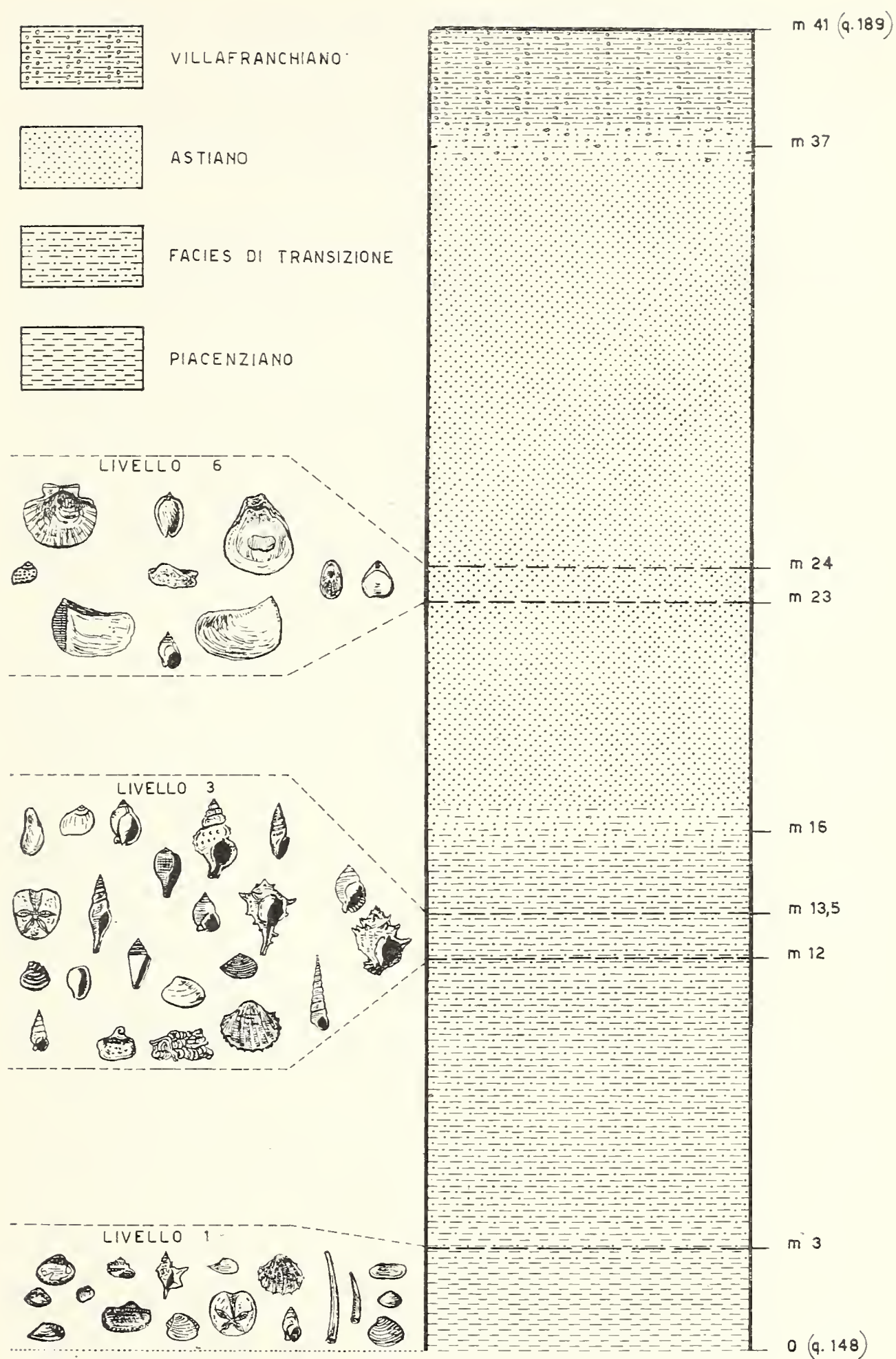



Fig. 5. — Serie di cascina Manina: profilo colonnare e indicazione schematica dei livelli fossiliferi.

La serie, nel complesso, presenta molte analogie con altre rilevabili in Piemonte e, in particolare, con quelle segnalate da F. SACCO ([25], pp. 483-498) per località in cui i sedimenti a facies piacenziana sono ben diffusi. Fra le molte, possiamo ricordare le serie di Montaldo, Villalvernia, Moncastello, Rivarone, Masserano, nonchè lo imbasamento stesso della città di Asti.

Inoltre, il SACCO pone spesso in evidenza l'esistenza di livelli di passaggio all'Astiano che, in sostanza, offrono caratteristiche litologiche analoghe a quelle riscontrate in valle Botto per gli strati di transizione.

I vari livelli in cui è stata suddivisa la serie di cascina Manina, si possono sinteticamente raggruppare, in base ai caratteri litologici, nel modo seguente:

*a*) Livello n° 1 = livello a facies piacenziana.

*b*) Livelli n° 2 - 3 - 4 = livelli di transizione, con caratteristiche, nelle assise inferiori, ancora abbastanza vicine a quelle del livello 1.

*c*) Livelli n° 5 - 6 - 7 = livelli a facies astiana.

*d*) Livello n° 8 = depositi villafranchiani.

Conferme su questa suddivisione del Pliocene di valle Botto sono fornite dai dati paleontologici, desumibili dalle associazioni faunistiche di cui dò cenno, in via preliminare, nelle pagine seguenti [1].

---

[1] Nei livelli 1-3-6 della serie di cascina Manina ho prelevato campioni di roccia, onde effettuare alcuni esami ed individuare eventuali caratteristiche litologiche particolari.

L'indagine calcimetrica, rispettivamente per i campioni dei livelli 1-3-6, ha fornito i seguenti risultati: CaCO = 6,8%; 17,3%; 23,2%.

Per altrettanti campioni, corrispondenti ai livelli citati, è stata compiuta l'analisi chimica sistematica. Dal risultato delle analisi di laboratorio, sono emersi elementi che determinano una generica identità nei componenti chimici della roccia per i livelli esaminati. I componenti sono, però, presenti in quantità percentuale variabile, tale da permettere di considerare ciascun campione esaminato come avente caratteristiche differenziali dai rimanenti. Le maggiori percentuali di silice sono rilevate nel livello 1 (66,74%) mentre negli altri i valori decrescono progressivamente. Anche gli ossidi di alluminio, abbondanti nel livello 1 (11,27%), diminuiscono decisamente nel livello 6 (6,70%). Il CaO è scarso nelle argille (4,76%) e molto più abbondante nei livelli superiori nei quali raggiunge il 10,17%, mentre il $CO_2$ dal 3,00% del livello 1 passa gradualmente al 10,20% del livello 6. L'$H_2O$ dà un valore basso per il livello 1 (2,30%) e superiore negli altri campioni (sino al 3,20%).

Gli altri elementi non offrono dati decisamente differenziali.

## Osservazioni paleontologiche

Le faune del livello ad argille grigio-azzurre non sono rese evidenti da uno strato conchigliare, ma distribuite quasi uniformemente nei sedimenti.

Nel livello di transizione tra Piacenziano ed Astiano i fossili sono, come premesso, molto abbondanti e ottimamente conservati.

Le faune del livello a facies astiana presentano caratteristiche medie per densità di popolazioni e stato di conservazione.

A - *Cenni sulle microfaune* (serie di cascina Manina).

Per lo studio micropaleontologico ho prelevato alcuni campioni nei livelli 1-2-3 e 6 della serie descritta [1].

Ad un esame superficiale la microfauna è risultata relativamente abbondante per i livelli inferiori della serie ed ha rivelato, nei rispettivi campioni, le forme predominanti sotto elencate.

*Livello 1* (m ½ dall' alveo del rio di valle Botto).

*Residuo organico*: circa 20%, composto da Foraminiferi e qualche frammento di Molluschi.

*Residuo inorganico*: quarzo vitreo a spigoli vivi, muscovite. biotite, clorite, abbondanti sostanze carboniose.

*Bulimina* sp.
*Bulimina pupoides* d' ORB.
*Bulimina elongata* d' ORB.
*Bolivina* sp.
*Bolivina* cf. *spathulata* (WILLIAMSON)
*Cassidulina laevigata* d' ORB. *carinata* SILVESTRI
*Elphidium advenum* (CUSHMAN)
*Elphidium crispum* (L.)
*Globigerina bulloides* d' ORB.
*Nonion boueanum* (d' ORB.)
*Nonion* cf. *scaphum* (FICHTEL & MOLL)
*Rotalia beccarii* (L.) *inflata* SEGUENZA

*Livello 2* (m 6).

*Residuo organico*: circa 20%, composto da Foraminiferi, resti di Molluschi, radioli di Echinodermi, spicule di Spugne.

---

[1] Il materiale è stato esaminato con l' assistenza della Dott. Liliana ZAPPI che ringrazio per la collaborazione.

*Residuo inorganico*: quarzo vitreo e latteo a spigoli vivi, muscovite, biotite.

*Cassidulina laevigata* d'ORB. *carinata* SILVESTRI
*Elphidium advenum* (CUSHMAN)
*Elphidium crispum* (L.)
*Nonion boueanum* (d'ORB.)
*Nonion* cf. *scaphum* (FICHTEL & MOLL)
*Reussella spinulosa* (REUSS)
*Rotalia beccarii* (L.) *inflata* SEGUENZA
*Textularia* spp.
*Uvigerina bononiensis* FORNASINI

*Livello 3* (m 13).

*Residuo organico*: circa 20-30% composto da Foraminiferi, frammenti di Molluschi, Ostracodi, spicule di Spugne, radioli di Echinodermi.

*Residuo inorganico*: quarzo vitreo e latteo a spigoli vivi, muscovite, clorite, biotite, frustoli vegetali.

*Cassidulina laevigata* d'ORB. *carinata* SILVESTRI
*Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB)
*Elphidium advenum* (CUSHMAN)
*Elphidium crispum* (L.)
*Nonion boueanum* (d'ORB.)
*Nonion* cf. *scaphum* (FICHTEL & MOLL)
*Rotalia beccarii* (L.) *inflata* SEGUENZA
*Textularia* spp.

*Livello 6* (m 23,50).

*Residuo organico*: quasi assente. Si notano solo rari Foraminiferi (Nonionidi, Textularidi), Ostracodi, radioli di Echinodermi, frammenti di Molluschi.

*Residuo inorganico*: quarzo vitreo e latteo a spigoli vivi, muscovite, biotite, clorite.

Nel complesso si nota un impoverimento graduale della microfauna, risalendo verso l'alto. Nel livello 8 della serie di cascina Manina, già fin dalla base, la microfauna è totalmente assente.

B - *Cenni sulle macrofaune.*

I macrofossili possono essere raccolti facilmente in buona parte della zona. Nella valle Botto, ove la ricerca è più redditizia, si identificano agevolmente i seguenti affioramenti:

1) Lungo il fianco della collinetta su cui è posto il gruppo di cascine denominate Quirico, a breve distanza dalla testata della valle. Vi compare un livello riccamente fossilifero a facies astiana, corrispondente a quello indicato con il numero 6 nella serie di cascina Manina (fig. 6). Tale livello è pure evidenziato dai fenomeni di con-

Fig. 6. — Particolare di affioramento a facies astiana (livello a *Isognomon*); circa 200 m dalla testata di valle Botto, in località Quirico.

crezione calcarea già rilevati negli affioramenti della stessa valle Botto. Negli strati superiori di esso, sono prevalenti i Lamellibranchi, mentre, alla base, si notano in maggior copia i Gasteropodi. I Lamellibranchi sono rappresentati da: *Arcidae, Pinnidae, Pernidae, Pectinidae, Ostreidae, Carditidae, Chamidae, Veneridae, Tellinidae, Sole-*

*nidae* e da altre famiglie caratteristiche dei fondi sabbiosi e litorali. Ricordiamo qui i numerosi individui appartenenti ai generi *Isognomon* e *Ostrea*. Fra i Gasteropodi sono da porre in evidenza: *Naticidae, Fissurellidae, Turritellidae, Tritonidae, Buccinidae, Cypraeidae*.

2) Oltre la confluenza dei tre rii (quota 162), ai piedi della collina su cui è situata la cascina detta Baloia. Si tratta di una modesta striscia linguiforme di argille sabbiose dal colore grigio-ocraceo, corrispondenti al livello fossilifero n. 3 della serie già descritta e prolungantisi, per un non lungo tratto verso Sud-Est, lungo un sentiero che segue la base del rilievo. Ad Ovest, seguendo il tratturo in lieve salita, si nota il passaggio graduale dalle argille sabbiose alle sabbie giallastre, dapprima molto fini e, successivamente, più grossolane. Lo spessore degli strati supera di poco il metro ma non impedisce la raccolta di una molteplicità di fossili. Vi prevalgono i Gasteropodi, con le seguenti famiglie di maggiore diffusione: *Naticidae, Turritellidae, Aporrhaidae, Fusidae, Muricidae, Tritonidae, Buccinidae, Cypraeidae*. Si rinvengono pure facilmente *Calyptraeidae, Bolmidae, Trochidae, Cancellaridae, Terebridae, Pleurotomidae, Conidae* e *Bullidae*.

Frequenti pure i resti e le impronte di Echinodermi, particolarmente Echinidi Spatangidi, oltre a Scafopodi. I Lamellibranchi sono abbastanza diffusi con *Arcidae, Mytilidae, Pinnidae, Pectinidae, Carditidae, Cardiidae, Panopaeidae* ed altri in minor numero.

3) A circa 50 metri ad Est da quota 162, nella depressione provocata dall' erosione lungo la valle Botto.

Gli affioramenti comprendono, per un lungo tratto e fin verso lo sbocco della valle, i vari termini pliocenici e livelli fossiliferi, come posto in evidenza dall' esame della serie di cascina Manina.

Le faune che si raccolgono nella valle Botto, per la varietà di forme e la provenienza da più livelli, rappresentano sinteticamente buona parte delle biofacies marine del Pliocene piemontese.

In via preliminare, fornisco un elenco incompleto delle macrofaune, comprendente le forme più significative o ricorrenti nei livelli fossiliferi, oggetto degli scavi eseguiti nelle vicinanze e nella stessa serie di cascina Manina [1].

---

[1] Negli elenchi l' ordine sistematico è quello del « *Traité de Paléontologie* » pubblicato sotto la direzione di Jean PIVETEAU (Masson & C., Parigi, 1952).

Le determinazioni sono state eseguite essenzialmente in base alla monografia di L. BELLARDI & F. SACCO: « I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria ».

Nelle tavole allegate sono raffigurati alcuni esemplari di tali faune.

*Livello 1* (Tav. 1).

*Terebratula ampulla* (Br.) *complanata* (Br.)
*Dentalium sexangulum* Schröt.
*Antalis fossilis* Schröt. *raricostatus* Sacco
*Ledina fragilis* (Chemn.) *deltoidea* (Risso)
*Arca diluvii* Lam.
*Arca diluvii* Lam. *pertransversa* Sacco
*Glycymeris bimaculatus* (Poli) *perobliquus* Sacco
*Glycymeris insubricus* (Br.)
*Pinna pectinata* (L.)
*Flabellipecten flabelliformis* (Br).
*Dentilucina orbicularis* (Desh.) e var.
*Cardium paucicostatum* Sow. *bianconianum* Cocc.
*Amiantis brocchii* (Desh.) *suborbicularis* Sacco
*Ventricola multilamella* (Lam.)
*Ventricola multilamella* (Lam.) *boryi* (Desh.)
*Solenocurtus candidus* (Ren.)
*Azor antiquatus* (Pultn.)
*Corbula gibba* (Oliv.)
*Syndesmya longicallus* (Scacchi).
*Abra stricta* (Br.)
*Tellina donacina* (L.)
*Panopaea faujasi* Men.
*Calyptraea chinensis* (L.)
*Natica millepunctata* Lam. e var.
*Naticina pulchella* (Risso) *astensis* Sacco
*Natica josephinia* Risso
*Trochus magus* (L.) var.
*Vermetus intortus* (Lam.)
*Aporrhais pespelecani* (L.) e var.
*Murex craticulatus* (L.) var.
*Triton olearium* (L.)
*Nassa clathrata* (Born.)
*Nassa semistriata* (Br.) e var.
*Malea orbiculata* (Br.)
*Balanus* sp.
*Spatangus* sp.

*Livello 3* (Tavv. 2 e 3).

*Terebratula ampulla* (Br.) e var.
*Dentalium sexangulum* Schröt.
*Antalis fossilis* Schröt.
*Antalis dentalis* (L.)
*Nucula placentina* Lam.
*Arca noe* L.

*Arca noe* L. *persulcatellata* SACCO
*Arca noe* L. *lateregibba* SACCO
*Arca diluvii* (LAM.)
*Arca diluvii* (LAM.) *subantiquata* (d'ORB.)
*Glycymeris pilosus* (L.)
*Glycymeris pilosus* (L.) *inflatus* (BR.)
*Modiolus mytiloides* BRN.
*Modiolus mytiloides* BRN. *strictulus* SACCO
*Pinna pectinata* (L.) *brocchii* d'ORB.
*Pinna pectinata* (L.) *plioastensis* SACCO
*Flabellipecten flabelliformis* (BR.)
*Chlamys varia* (L.)
*Chlamys multistriata* (POLI)
*Aequipecten opercularis* (L.) var.
*Aequipecten scabrellus* (LAM.)
*Pecten jacobaeus* (L.)
*Spondylus crassicosta* LAM.
*Spondylus gaederopus* L.
*Ostrea edulis* L.
*Glans intermedia* (BR.)
*Glans intermedia* (BR.) *rotundula* SACCO
*Glans intermedia* (BR). *cornucopiae* SACCO
*Glans rhomboidea* (BR.)
*Chama gryphoides* (GUALT.)
*Chama gryphina* L.
*Cardium paucicostatum* SOW.
*Trachycardium multicostatum* (BR.)
*Ringicardium hians* (BR.)
*Cardium aquitanicum* (MAY.) *laevinflatum* SACCO
*Callista chione* (L.)
*Callista puella* (PHIL.)
*Ventricola multilamella* (LAM.)
*Ventricola libellus* (REYN. V. d. ECK. PONZI)
*Clausinella scalaris* (BRN.)
*Psammobia affinis* DUY. *maior* BRN.
*Solenocurtus strigilatus* (L.)
*Solenocurtus dilatatus* (BRN.)
*Solenocurtus candidus* (REN.)
*Azor antiquatus* (PULTN.)
*Tellina serrata* REN.
*Tellinula incarnata* (L.)
*Macomopsis elliptica* (BR.)
*Arcopagiopsis balaustina* (L.)
*Panopaea faujasi* MEN.
*Capulus hungaricus* (L.) *subalatus* SACCO
*Brocchia laevis* BRN.
*Calyptraea chinensis* (L.)
*Janacus crepidulus* (L.)
*Natica millepunctata* LAM.

*Natica millepunctata* LAM. *epiglottinoformis* SACCO
*Bolma rugosa* (L.) *tuberculata* (SERR.)
*Calliostoma cingulatum* (BR.)
*Onustus crispus* KOENIG
*Onustus crispus* KOENIG *elatior* SACCO
*Onustus crispus* KOENIG *depressior* SACCO
*Onustus crispus* KOENIG *mediterraneus* TIB.
*Fissurella italica* DEFR.
*Fissurella italica* DEFR. *reticulina* (RISSO)
*Turritella vermicularis* (BR.)
*Turritella tornata* (BR.)
*Vermetus intortus* (LAM.)
*Vermetus arenarius* (L.) e var.
*Cancellaria umbilicaris* (BR.)
*Cancellaria umbilicaris* (BR.) *bellardii* (DE STEF. & PANT.)
*Cancellaria hirta* (BR.) *maior* (BELL.)
*Cancellaria cancellata* (L.) *suprafasciata* SACCO
*Cancellaria varicosa* (BR.) *pertypica* SACCO
*Aporrhais pespelecani* (L.) e var.
*Fusus rostratus* (OLIV.)
*Fusus rostratus* (OLIV.) *crispus* BORS.
*Fusus clavatus* (BR.) *magnicostatus* SACCO
*Fasciolaria fimbriata* (BR.)
*Fasciolaria fimbriata* (BR.) *duocostata* SACCO
*Fasciolaria fimbriata* (BR.) *variocarinata* SACCO
*Lathyrus d'anconae* (PECCH.) *sexcostatus* SACCO
*Murex brandaris* L. e var.
*Murex erinaceus* (L.)
*Scalaspira polymorpha* (BR.)
*Muricopsis cristata* (BR.)
*Murex hörnesi* D'ANC.
*Murex hörnesi* D'ANC. *pliorecurvus* SACCO
*Murex conglobatus* MICHT.
*Murex conglobatus* MICHT. *plionodosus* SACCO
*Murex craticulatus* (L.)
*Murex imbricatus* BON.
*Triton olearium* (L.) e var.
*Triton affine* DESH.
*Triton abbreviatum* BELL.
*Cymatium distortum* (BR.)
*Triton heptagonum* (BR.)
*Ranella nodosa* BORS.
*Ranella gigantea* LAM.
*Euthria cornea* (L.) e var.
*Nassa* spp.
*Nassa conglobata* (BR.)
*Nassa conglobata* (BR.) *subobsoletecostata* SACCO
*Nassa limata* (CHEMN.)
*Nassa musiva* (BR.)

*Nassa turrita* Bors.
*Semicassis laevigata* (Defr.)
*Semicassis laevigata* (Defr.) *striata* (Defr.)
*Semicassis laevigata* (Defr.) *plioasulcata* Sacco
*Semicassis laevigata* (Defr.) *pliogigantea* Sacco
*Malea orbiculata* (Br.)
*Malea orbiculata* (Br.) *subaplicata* Sacco
*Malea orbiculata* (Br.) *infernedentata* Sacco
*Malea orbiculata* (Br.) *pliobidentata* Sacco
*Zonaria porcellus* (Br.) *pseudotypica* Sacco
*Zonaria porcellus* (Br.) *subarostrata* Sacco
*Zonaria utriculata* (Lam.)
*Zonaria utriculata* (Lam.) *apyriformis* Sacco
*Zonaria utriculata* (Lam.) *nucula* (Cocc.)
*Zonaria utriculata* (Lam.) *plioamygdalum* Sacco
*Zonaria flavicula* (Lam.)
*Zonaria flavicula* (Lam.) *pseudocylindrica* Sacco
*Luponia labrosa* (Bon.) *parvolonga* Sacco
*Trivia dorsolaevigata* (Cocc.)
*Pusula pediculus* (L.) *subpediculus* (d' Orb.)
*Ficula condita* Brongn.
*Ficula reticulata* (Lam.)
*Ficula reticulata* (Lam.) *indica* Sacco
*Mitra alligata* Defr. *aequopersulcata* Sacco
*Strioterebrum pliocenicum* Sacco
*Turris turricula* (Br.)
*Turris turricula* (Br.) *sulcata* Sacco
*Drillia brocchii* (Bon.)
*Moniliopsis cataphracta* (Br.)
*Conus brocchii* (Bronn.)
*Conus pyrula* (Br.) *longopyrulatus* Sacco
*Bulla subampulla* d' Orb.
*Balanus* sp.
*Spatangus* sp.

*Livello 6* (Tav. 4).

*Terebratula ampulla* (Br.) *plicata* Menegh.
*Terebratula ampulla* (Br.) *plicatolata* Sacco
*Dentalium sexangulum* Schröt.
*Arca noe* L.
*Glycymeris bimaculatus* (Poli) e var.
*Glycymeris insubricus* (Br.)
*Pinna pectinata* (L.)
*Isognomon* cf. *maxillatus* Lam. *soldanii* Desh.
*Pecten medius* Lam.
*Flabellipecten flabelliformis* (Br.) e var.
*Chlamys varia* (L.)
*Aequipecten scabrellus* (Lam.) e var.

*Ostrea edulis* L. e var.
*Ostreola forskälii* (CHEMN.)
*Alectryonia plicatula* (GML.) var.
*Natica millepunctata* LAM.
*Fissurella italica* DEFR.
*Nassa mutabilis* (L.) var.
*Cassidea crumena* BRUG. *pseudocrumena* (d'ORB.)
*Balanus* sp.

Tra le forme che caratterizzano il livello 1 si nota una prevalenza di Lamellibranchi, per lo più Ledidi, Lucinidi, Veneridi e Corbulidi, sui Gasteropodi, specialmente Nassidi di piccole dimensioni. Abbondanti sono i frammenti ed i modelli interni di Echinoidi.

Da un confronto con faune segnalate nelle argille azzurre di altre zone consegue che le forme indicate per il livello 1 si attagliano correttamente alla biofacies piacenziana, per i caratteri complessivi che presentano.

Nel livello 3 si manifesta una certa prevalenza di Gasteropodi, i quali raggiungono spesso dimensioni abbastanza notevoli. A tale riguardo possono essere citati, ad esempio, alcuni esemplari di *Fusus clavatus* (BR.) *magnicostatus* SACCO (alt.: mm 130), di *Murex conglobatus* MICHT. (alt.: mm 130) e di *Triton olearium* (L.) (alt.: mm 120). Molto diffusi *Onustus*, *Aporrhais*, *Fusus*, *Murex* e *Triton*. Sopra tutto sono notevoli per numero di individui e dimensioni i Muricidi. Da notare pure l'abbondanza di forme del genere *Cypraea*. Fra i Lamellibranchi, ho potuto isolare in buon numero individui appartenenti al genere *Modiolus*.

La fauna del livello 3, già ad un rapido esame, denuncia caratteristiche che si possono definire intermedie fra quelle di tipo piacenziano e dell'Astiano. Essa corrisponde a quelle indicate già da F. SACCO come provenienti da banchi del Piacenziano, nelle assise di passaggio all'Astiano. Interessanti analogie si possono notare anche con faune piacenziane della Liguria (ad es. Fusidi, Muricidi e Tritonidi di Savona-Fornaci, rio Torsero, Albenga) [1].

Il livello 6 comprende fossili tipicamente astiani e di *habitat* prevalentemente costiero, quali Pernidi, Pettinidi ed Ostreidi. Molto diffusi, come già osservato, gli individui appartenenti ai generi *Isognomon* e *Ostrea*, che raggiungono notevoli dimensioni. I Pernidi ap-

---

[1] Questa osservazione sarà sviluppata nel successivo lavoro paleontologico.

paiono più concentrati nel settore inferiore del livello mentre, superiormente, si notano frequenti concrezioni calcaree commiste a conchiglie.

La distribuzione delle forme maggiormente diffuse o caratteristiche nei livelli descritti è riassuntivamente indicata nella fig. 5, a fianco della colonna stratigrafica.

## Conclusioni

L'insieme dei caratteri litologici e paleontologici, rilevati dagli affioramenti ad argille debolmente sabbiose grigio-azzurre nella zona ad Ovest di Asti considerata, permette di confermare per tale formazione la natura di depositi piacenziani.

Trascurando la colorazione e gli altri caratteri macroscopici, del tutto simili a quelli classici, riepilogo brevemente gli elementi oggettivi ritenuti probanti:

*a*) presenza di microfaune relativamente abbondanti e di macrofaune tipiche del Piacenziano;

*b*) composizione litologica e chimica analoga a quella conosciuta per la facies piacenziana di altre zone;

*c*) sedimentazione di tipo molto fine, attestante una relativa profondità marina, una certa distanza della linea di costa e l'assenza di forti correnti al tempo del deposito detritico;

*d*) presenza di numerosi resti di Echinoidi, denotanti un ambiente schiettamente marino, con regolare e costante salinità delle acque;

*e*) ottime condizioni di conservazione dei fossili, in analogia a quanto riscontrato negli affioramenti similari di altre zone.

La presenza delle argille impermeabili piacenziane, in affioramento o a brevissima distanza dalla superficie del suolo, costituisce la base sulla quale è posto il letto di scorrimento delle acque nella regione, come già osservato altrove dal Sacco ([25], pp. 506-509). In molti punti, come in alcune vallette laterali alla valle Botto, è facile constatare che per questo motivo si verifica un elevato grado di umidità superficiale del terreno.

Le argille piacenziane del livello 1, indicato nella serie di cascina Manina, possono essere collegate a Sud con quelle affioranti lungo il greto del torrente Borbore [1].

---

[1] Segnati anche sulla Carta Geologica al 100.000 come appartenenti al Pliocene inferiore, tali sedimenti si prolungano a Sud-Ovest sin

Fra i sedimenti della zona esaminata e quelli rilevati presso il Borbore sussistono precise affinità litologiche e faunistiche ([1]). Gli strati si collegano, ad Ovest, con gli affioramenti a facies piacenziana di valle Andona, di cui ho dato cenno. Pure presso il comune di Baldichieri si possono notare gli strati argillosi piacenziani; poco a Nord-Ovest di cascina dei Frati affiorano le alternanze di passaggio alla facies astiana nella base di una parete che incide il rilievo collinoso, lungo la strada che dalla Statale n. 10 conduce a Monale. A Nord il collegamento è ancora chiaro in località prossima al paese di Viale e, più oltre, può essere stabilito con gli affioramenti di Piea (es. cava nei pressi della strada che sale al paese) nonchè di Castelnuovo Don Bosco.

Considerati tali collegamenti, non appare improbabile che altri affioramenti a facies piacenziana possano essere rinvenuti anche più ad Ovest—Sud-Ovest di Asti, nei valloni maggiormente profondi.

Circa gli strati di transizione alla facies astiana (livelli 2 - 3 - 4 della serie di cascina Manina), si può seguirne la continuità nella valle Botto verso Est mentre ad Ovest, nella valle Andona, essi non sono più riconoscibili.

Quivi, nella parete sottostante alla località Castello, in luogo delle argille sabbiose di transizione alla facies astiana, si notano, sovrapposte ai depositi piacenziani, ripetute ampie alternanze di sabbie argillose grigiastre con sabbie gialle, sino al passaggio definitivo alla facies astiana, alla base della quale esiste un livello fossilifero.

Tale livello, indicato da B. MARTINIS con il n. 2 (m 0,50) nella serie da lui considerata a Nord-Est del Bric Gianola ([17], pag. 70), ha caratteristiche litologiche e faunistiche ben diverse da quelle del livello di transizione già considerato. Infatti, oltre ad essere caratterizzato da sabbie non molto fini, il livello offre una associazione di

---

verso Cornegliano d'Alba, seguendo la base dei rilievi. A Sud-Est, costituendo il letto del Borbore e del Tanaro, si collegano con gli ampi affioramenti delle colline intorno a Rocca d'Arazzo. Più a Sud si notano nelle valli maggiormente profonde; in particolare, sono ben esposti in una valletta a Nord-Est di cascina Quasso, alla base della collina sulla cui sommità è posto il comune di S. Caterina.

([1]) L'analisi chimica di un campione prelevato nel Borbore sulla riva destra a 50 cm dal livello acqueo, in località prossima a cascina Nuova, ha denunciato una composizione percentuale molto vicina a quella riscontrata nel campione n. 1, analizzato per la serie di cascina Manina. Il contenuto fossilifero è stato controllato su diversi saggi di roccia, nei punti ove le rive del torrente sono più alte.

Molluschi comunemente considerati riferibili all'Astiano, con prevalenza di Lamellibranchi e con forme di *habitat* costiero. Ad Ovest, oltre il rilievo collinoso, affiora in più punti ed è facilmente accessibile per la raccolta delle faune. A Sud, in sovrapposizione alle argille piacenziane rilevate sulle rive del torrente Borbore, sono presenti gli strati di transizione, che possono essere pure notati sul fianco del rilievo a Sud-Est di Revignano.

A Sud-Est tale formazione compare nuovamente in regolare sovrapposizione alle argille piacenziane e comprende il caratteristico livello fossilifero (n. 3, serie di cascina Manina), come si può apprezzare presso S. Caterina di Rocca d'Arazzo, sul fianco della collina ad Est di cascina Quasso.

Il collegamento avviene a Nord-Est con i vasti affioramenti dei pressi di Castell'Alfero, località fossilifera famosa e segnata sulla Carta Geologica al 100.000 come piacenziana. Le basse colline ivi esistenti sono essenzialmente costituite da una facies litologica analoga a quella caratterizzante il livello di transizione di valle Botto mentre sulle loro cime si stendono gli strati a facies astiana, spesso molto ridotti in conseguenza dell' erosione.

La formazione astiana della zona esaminata (livelli n. 5 - 6 - 7 della serie di cascina Manina) presenta maggiori rapporti di continuità in tutte le località limitrofe, compresi gli affioramenti sui due lati della valle Andona. In particolare, il livello fossilifero 6 della serie, può essere ben seguito e collegato, sia ad Ovest che ad Est di valle Andona. Nella citata parete esistente sotto alla località Castello, il livello 6 trova corrispondenza nell' analogo livello conchigliare, identificabile quasi alla sommità. Il collegamento è ancora moto chiaro in riferimento alla serie rilevata da B. MARTINIS presso il Bric Gianola. Il livello 4 di tale serie, indicato dall' autore come composto da un banco a Molluschi (m 0,70), corrisponde infatti al livello fossilifero astiano di valle Botto [1].

---

[1] Spesso questo livello è ben caratterizzato dalla sovrabbondanza di Molluschi del genere *Isognomon* e la sua individuazione può essere di utilità per la stratigrafia del Pliocene nella regione astigiana. In occasione degli scavi condotti in tali terreni non mi è stato dato, finora, di rinvenire *Isognomon* negli altri livelli fossiliferi.

Quando il livello non è stato asportato dalla erosione ed affiora presso la sommità dei rilievi, è sovente possibile rilevare serie complete come quella di cascina Manina. Fra le località nelle quali è stato osservato il livello a *Isognomon* ricordo: Becchi di Castelnuovo Don Bosco, Montafia, Cortandone, Monale, Castellero, Baldichieri e Serralunga di Cantarana

Per il Villafranchiano, basta ricordare che i depositi ad esso riferibili sono, nei dintorni di valle Andona, regolarmente sovrapposti alle sabbie gialle marine e presenti alle quote altimetriche di circa 200 metri s.l.m.

Sulla scorta degli elementi sopra esposti, è possibile formulare un' ipotesi per spiegare la mancanza degli strati fossiliferi di transizione fra Piacenziano ed Astiano in valle Andona, presa quale esempio essendo località paleontologicamente nota.

Premesso che in tutta la regione Piacenziano ed Astiano si presentano perfettamente concordanti e che nessun elemento esiste in favore di una locale regressione marina tra Piacenziano ed Astiano, si può ritenere probabile un passaggio laterale di facies con carattere di eteropia. La zona di addentellato di facies non è però identificabile sul terreno e potrebbe essere presunta intercorrere fra la valle Ceresa e la valle Botto.

A proposito della formazione di transizione dalle argille alle sabbie, il Sacco ([25], p. 475) afferma che essa, talora, rappresenta quasi da sola l' orizzonte piacenziano.

Come già rilevato dal Sacco stesso ([25], pp. 476, 484), parte dei fossili raccolti in Piemonte ed ascritti al Pliocene inferiore risultano appunto provenire da tale formazione, ora individuata ad Est di valle Andona.

Al proposito, si può ritenere probabile che, particolarmente in passato, alcune faune siano pure state attribuite all'Astiano o ad entrambi i piani, data la difficoltà di seguire sempre la successione di tutti i livelli fossiliferi pliocenici.

Ricordo inoltre che nei terreni intorno a Baldichieri, Monale, Valleandona e altre località fossilifere astigiane, ove non compare la formazione di transizione, è presente il livello a Molluschi come identificato inferiormente alla località Castello in valle Andona.

---

(Bric Barrano). Al presente non ho ancora dati sufficienti per precisare l' estensione geografica del livello, così come appare evidenziato dalla associazione di fauna a Pernidi. Durante una escursione nei terreni pliocenici intorno a Moncalvo nel Monferrato mi è stato, però, possibile controllare la presenza, in forte numero, di *Isognomon* nel livello a Molluschi che si osserva nella parte superiore del fronte delle cave di sfruttamento della roccia (es.: cave intorno alla collina Belvedere, di fronte a Moncalvo).

Litologicamente, come è noto, nella zona l'Astiano si presenta con facies arenaceo-calcarea.

Questo livello è caratterizzato da sabbie di colore spesso tendente al grigio e, talora, di aspetto relativamente grossolano.

Nella descrizione dei macrofossili delle località citate le associazioni di faune saranno tenute distinte per i vari livelli ed in particolare per quelli, probabilmente eteropici, di transizione e a sabbie giallo-grigie.

*Istituto di Geologia dell' Università*
*Torino, Gennaio 1963.*


## Riassunto

Nella zona situata a Ovest di Asti l' autore ha condotto, negli ultimi tre anni, ricerche paleontologiche e stratigrafiche che hanno portato alla raccolta ed allo studio di ricche faune di Molluschi, accuratamente preparati in modo da ottenere degli esemplari completi e di facile confronto.

La presente nota riferisce preliminarmente sui risultati stratigrafici che da tali ricerche hanno tratto origine. In particolare, è stata accertata una estensione di affioramenti di Piacenziano molto maggiore di quella finora riconosciuta ed è stato possibile apprezzare, in buona parte della regione astigiana, la esistenza di una caratteristica facies di transizione tra Piacenziano e Astiano. Di quest' ultima vengono analizzate le caratteristiche litologiche e paleontologiche.

## Summary

In the Asti west-side area, the author has conducted for the last three years paleontological and stratigraphical researches which permitted to collect and study rich faunas of Mollusca that, after suitable preparation, have furnished complete and easily comparable specimens.

This paper is a preliminary report on the stratigraphical results of the research. Particularly, it was found that the extension of the Plaisancian surface stratum is much wider than believed so far, and it has been possible to determine the presence, on a large part of the Asti district, of a typical transition facies between Plaisancian and Astian strata. A survey is made of the lithological and paleontological features of this transition facies.

## Résumé

La région située à l' ouest d'Asti a formé l' objet, au cours des trois dernières années, de recherches paléontologiques et stratigraphiques de la part de l' auteur. Ces recherches ont permis de recueillir et d' étudier

de riches faunes de Mollusques soigneusement préparés de façon à obtenir des exemplaires complets aisément comparables.

La note présente d'abord les résultats stratigraphiques issus de ces recherches. En particulier, ces dernières ont avéré une extension des affleurements de Plaisancien beaucoup plus importante que celle reconnue jusqu'ici et il a été possible de constater l'existence, dans une partie considérable de la région d'Asti, d'une facies de transition caractéristique entre le Plaisancien et l'Astien. La note se termine par une étude des caractéristiques lithologiques et paléontologiques de cette facies.

## BIBLIOGRAFIA

[1] AGIP MINERARIA - *Stratigrafia micropaleontologica della pianura padana,* 52 pp., 33 tt., Milano, 1953.

[2] AGIP MINERARIA - *Foraminiferi padani (Terziario e Quaternario). Atlante iconografico e distribuzione stratigrafica,* LII tt., Milano, 1957.

[3] BELLARDI L. - *Monografia delle Pleurotome fossili del Piemonte,* Mem. Acc. Sc. Torino, ser. 2, vol. 9, 531-650, 4 tt., 1847.

[4] BELLARDI L. - *Catalogo generale dei Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria,* Parte I e II, 33 pp., Torino, Loescher, 1882; parte III, 19 pp., Torino, Loescher, 1882

[5] BELLARDI L. & SACCO F. - *I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria,* 30 voll., Torino, 1872-1904.

[6] BELLARDI L. & MICHELOTTI G. - *Saggio orittografico sulla classe dei Gasteropodi fossili dei terreni terziari del Piemonte,* Mem. Acc. Sc. Torino, ser. 2, vol. 3, 1-80, 8 tt., 1840.

[7] BROCCHI G. - *Conchiologia fossile subappennina,* 2 voll., 56 + LXXX + 712 pp., 16 tt., Milano, Stamperia Reale, 1814.

[8] CERULLI IRELLI S. - *Fauna malacologica mariana.* Paleont. Ital., ser. 1ª: vol. 13, 65-140, tt. 3-12, 1907; vol. 14, 1-64, tt. 1-12, 1908; vol. 15, 125-214, tt. 13-23, 1909; vol. 16, 23-70, tt. 3-6, 1910; vol. 17, 229-276, tt. 21-26, 1911; vol. 18, 141-169, tt. 23-25, 1912; vol. 20, 183-277, tt. 15-23, 1914; vol. 22, 171-220, tt. 20-24, 1916.

[9] COSSMANN M. - *Essais de Paléoconchologie comparée,* 13 voll., Paris, Comptoir Géol., 1895-1925.

[10] CUSHMAN J. A. - *The species of Foraminifera recorded by d'Orbigny in 1826 from the Pliocene of Castel Arquato, Italy,* Cush. Lab. For. Res. Sp. Publ., n. 13, 5-27, 6 tt., 1945.

[11] CUSHMAN J. A. - *Foraminifera. Their classification and economic use,* IV ed., 605 pp., 55 tt., Cambridge (Mass.), Harvard, 1948.

[12] DERVIEUX E. - *Studio sui Foraminiferi pliocenici di Villalvernia,* Atti R. Acc. Sc. Torino, vol. 27, 376-379, 1892.

[13] DI NAPOLI ALLIATA E. - *Contributo alla conoscenza della stratigrafia del Pliocene e del Calabriano nella regione di Rovigo,* Riv. It. Paleont., vol. 52, 19-36, 1946.

[14] ELLIS B. F. & MESSINA A. R. - *Catalogue of Foraminifera,* New York, American Museum of Natural History.

[15] MALAGOLI M. - *Foraminiferi pliocenici di Castellarquato e Lugagnano nella provincia di Piacenza,* Boll. Soc. Geol. It., vol. 11, 81-103, 1892.

[16] MARTINIS B. - *Introduzione allo studio del Villafranchiano della Valle Padana,* Riv. It. Paleont., vol. 55, 45-72, 1949.

[17] MARTINIS B. - *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Pliocene piemontese,* Riv. It. Paleont., vol. 60, 45-194, 114-125, 9 ff. n. t., tavv. 4-7, 1954.

[18] MAYER K. (1875) - *Osservazioni geologiche sulla Liguria, il Tortonese e l'Alto Monferrato,* Atti R. Acc. Lincei, s. 2ª, vol. 2.

[19] MC LEAN J. D. J. - *Card Catalogue of American Foraminifera,* Alexandria (U.S.A.) J. D. Mc. Lean, Jr.

[20] PARETO L. - *Note sur les subdivions que l' on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional,* Bull. Soc. Géol. France, ser. 2, vol. 22, 210-277, 1865.

[21] ROSSI RONCHETTI C. (1952-1955) - *I tipi della «Conchiologia fossile subapennina» di G. Brocchi,* Riv. It. Paleont., Mem. V, 2 parti, 343 pp., 185 ff., 1952-1955.

[22] RUGGIERI G. & SELLI R. - *Il Pliocene ed il Postpliocene dell'Emilia,* Giorn. Geol., ser. 2, vol. 20, 1-14, 1949.

[23] SACCO F. - *Le Fossanien, nouvel étage du Pliocène d'Italie,* Bull. Soc. Géol. France, ser. 3, vol. 15, 27-36, 1886.

[24] SACCO F. - *Classification des terrains tertiaires conforme à leurs facies,* Bull. Soc. Belge Géol., vol. 1, 276-294, t. 11, 1888.

[25] SACCO F. - *Il bacino terziario e quaternario del Piemonte,* 634 pp., 1 carta geol. alla scala 1:500.000, Milano Tip. Bernardoni, 1889-1890.

[26] SACCO F. - *Catalogo paleontologico del bacino terziario del Piemonte,* Boll. Soc. Geol. It., vol. 8, 281-356, 1889.

[27] SACCO F. - *Geologia applicata del bacino terziario e quaternario del Piemonte,* Boll. R. Com. Geol., vol. 21, 85-121, 1 carta alla scala 1:500.000, 1890.

[28] SACCO F. - *Sur la classification des terrains tertiaires,* Comp. Rend. Congr. Géol. Int., Zürich 1894, 309-320, 1897.

[29] SACCO F. - *Il pozzo trivellato di Alessandria,* Torino, Gerbone, 3 pp., 1898.

[30] SACCO F. - *La valle Padana*, Ann. R. Acc. Agric. Torino, vol. 43, 252 pp., 1 carta geol. alla scala 1:800.000, 1900.

[31] SACCO F. - *Il Piacenziano sotto Torino*, Boll. Soc. Geol. It., vol. 23, 497-503, 1904.

[32] SACCO F. - *Les étages et les faunes du Bassin tertiaire du Piémont*, Bull. Soc. Géol. France, ser. 4, vol. 5, 893-916, tt. 30-31, 1906.

[33] SACCO F. - *Geoidrologia dei pozzi profondi della valle Padana*, Ann. R. Acc. Agric. Torino, vol. 54, 387 pp., 1 carta alla scala di 1:1.000.000, 1912.

[34] SACCO F. - *Geoidrologia dei pozzi profondi della valle Padana. (Appendice e Bibliografia)*, Pubbl. Uff. Idr. Po, Parma, 181 pp., 1924.

[35] SACCO F. - *Il Pliocene marino attorno ai colli torinesi*, Atti R. Acc. Sc. Torino, vol. 65, 86-100, 1 fig., 1930.

[36] SACCO F. - *Geoidrologia dei pozzi profondi della valle Padana (Parte III)*, Parma Uff. Idr. Po, pubbl. 9, vol. 3, XVIII + 532 pp., 4 tt., 1933.

[37] SISMONDA A. - *Osservazioni geologiche sui terreni delle formazioni terziaria e cretacea in Piemonte*, Mem. R. Acc. Sc. Torino, ser. 2ª, vol. 5, 55 pp., 1 t., 1842.

[38] SISMONDA E. - *Carta Geologica di Savoia, Piemonte e Liguria* alla scala 1:500.000, Torino, 1862.

[39] ZAPPI L. - *Il Pliocene di Castel Verrua*, Atti Soc. It. Sc. Nat., vol. 100, 73-204, tav. 9-14, 1961.

[40] ZUFFARDI-COMERCI R. - *La fauna pliocenica di Masserano-Cossato (Biellese)*, Atti R. Acc. Sc. Torino, vol. 64, 305-313, 1929.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

1) *Ledina fragilis* (CHEMNTZ.) *deltoidea* (RISSO) (h = mm 7) [1]. Valva destra.

2) *Arca diluvii* LAM. Valve riunite viste dal lato cardinale.

3) *Arca diluvii* LAM. *pertransversa* SACCO (h = mm 30). Valva sinistra.

4) *Arca diluvii* LAM. *pertransversa* SACCO (h = mm 26). Valva sinistra.

5) *Glycymeris bimaculatus* (POLI) *perobliquus* SACCO (h = mm 39). Valva destra.

6) *Dentilucina orbicularis* (DESH.) (h = mm 25). Valva destra.

7) *Glycymeris insubricus* (BR.) (h = mm 50). Valva destra.

8) *Cardium paucicostatum* SOW. *bianconianum* COCC. (h = mm 71). Valva sinistra.

9-10) *Antalis fossilis* SCHRÖT. (h = mm 38; 47).

11) *Dentalium sexangulum* SCHRÖT. (h = mm 103).

12) *Ventricola multilamella* (LAM.) (h = mm 41). Valva destra.

13) *Ventricola multilamella* (LAM.) (h = mm 33). Valva sinistra.

14) *Ventricola multilamella* (LAM.) (h = mm 16). Valva sinistra, *juv.*

15) *Ventricola multilamella* (LAM.) (h = mm 30). Valva sinistra.

16) *Ventricola multilamella* (LAM.) *boryi* (DESH.) (h = mm 38). Valva sinistra.

17) *Solenocurtus candidus* (REN.) (h = mm 18). Valva sinistra.

18-19) *Tellina donacina* (L.) (h = mm 12; 7). Valve destre.

20-21-22-23-24) *Corbula gibba* (OLIV.) (h = mm 5; 7; 6; 7; 6). Valve destre.

25) *Natica millepunctata* LAM. (h = mm 24).

26) *Natica josephinia* RISSO (h = mm 20).

27) *Trochus magus* (L.) var. (h = mm 13).

28) *Aphorrais pespelecani* (L.) (h = mm 40).

29) *Murex craticulatus* (L.) var. (h = mm 38).

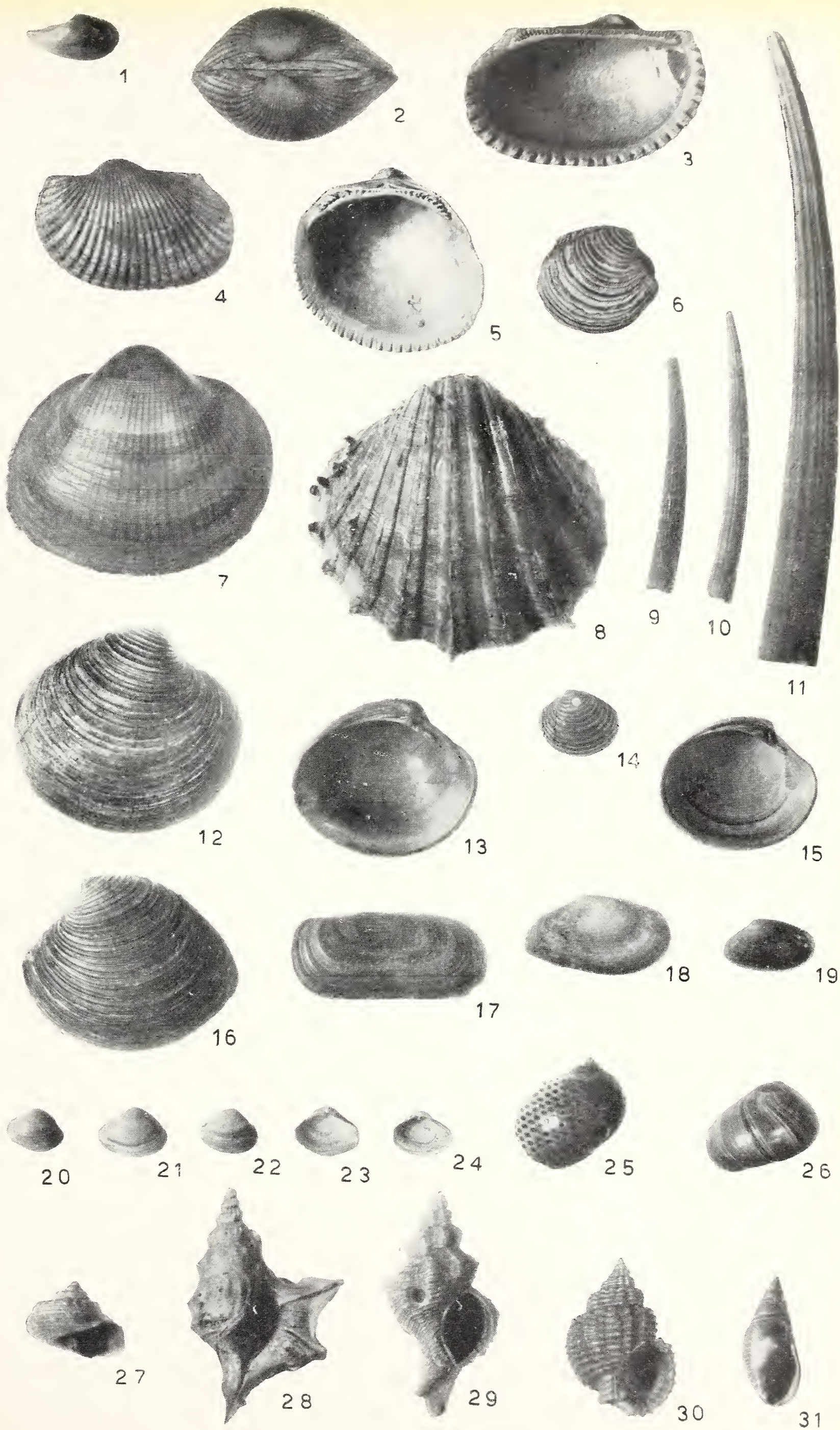
30) *Nassa clathrata* (BORN.) (h = mm 36).

31) *Nassa semistriata* (BR.) (h = mm 17).

*(Foto Istituto Geologia - Torino)*

---

[1] h = diametro cardino-ventrale o altezza degli originali.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

1) *Modiolus mytiloides* BRN. *strictulus* SACCO (h = mm 77). Valva sinistra.

2) *Cardium paucicostatum* SOW. (h = mm 56). Valva sinistra.

3) *Ringicardium hians* (BR.) (h = mm 78). Valva sinistra.

4) *Glans intermedia* (BR.) *cornucopiae* SACCO (h = mm 32). Valva sinistra.

5) *Cardium aquitanicum* (MAY.) *laevinflatum* SACCO (h = mm 43). Valva sinistra.

6) *Callista chione* (L.) (h = mm 35). Valva sinistra.

7) *Ventricola multilamella* (LAM.) (h = mm 30). Valva destra.

8) *Clausinella scalaris* (BRN.) (h = mm 23). Valva sinistra.

9) *Clausinella scalaris* (BRN.) (h = mm 20). Valva destra.

10) *Tellina serrata* REN. (h = mm 23). Valva destra.

11-12) *Capulus hungaricus* (L.) *subalatus* SACCO (h = mm 42).

13) *Natica millepunctata* LAM. *epiglottinoformis* SACCO (h = mm 35).

14) *Onustus crispus* KOENIG.

15) *Cancellaria hirta* (BR.) (h = mm 45).

16) *Vermetus intortus* (LAM.).

17) *Turritella vermicularis* (BR.) (h = mm 102).

18) *Cancellaria cancellata* (L.) *suprafasciata* SACCO (h = mm 27)

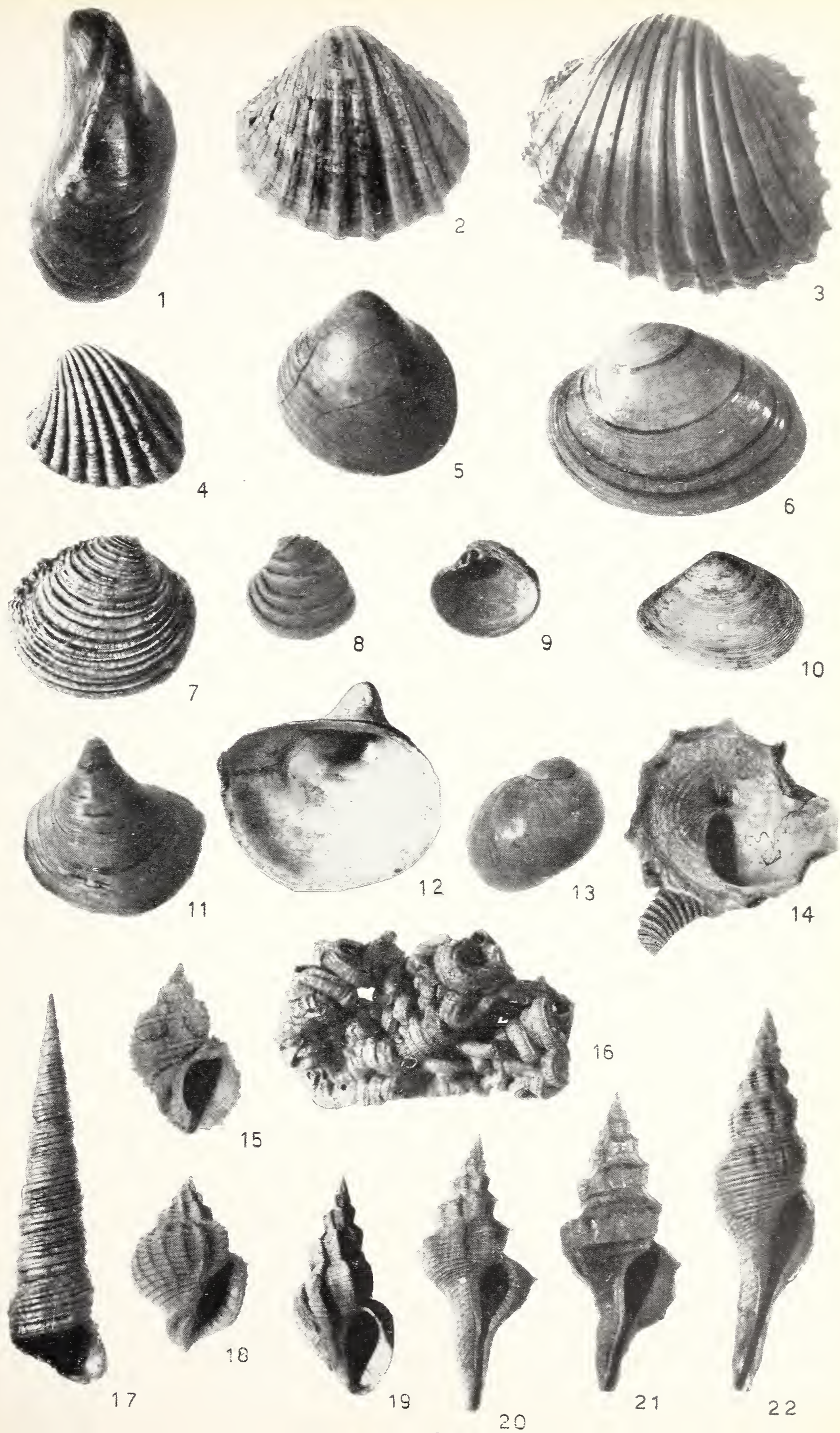
19) *Cancellaria varicosa* (BR.) *pertypica* SACCO (h = mm 43).

20) *Fusus rostratus* (OLIV.) (h = mm 45).

21) *Fasciolaria fimbriata* (BR.) (h = mm 78).

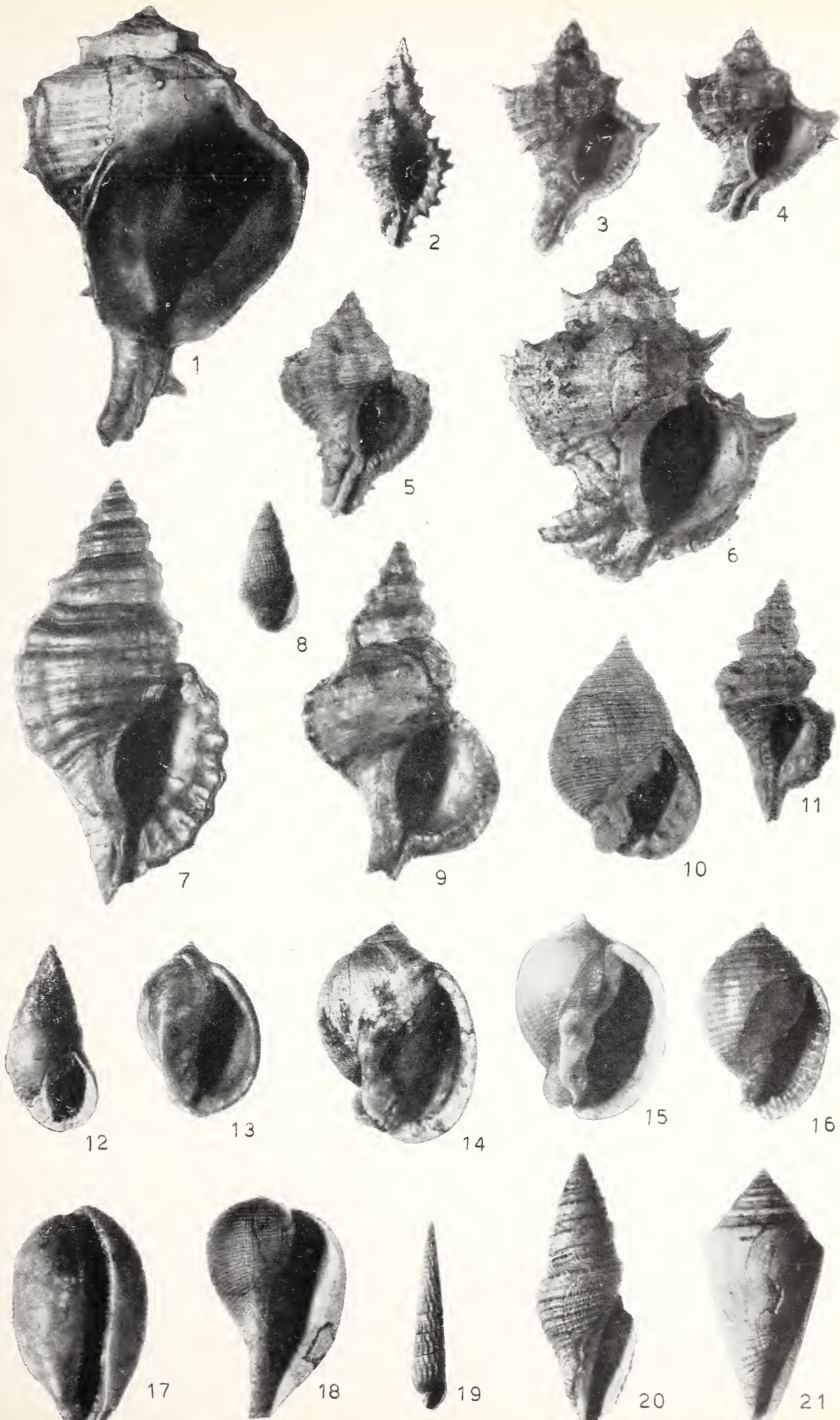
22) *Fusus clavatus* (BR.) *magnicostatus* SACCO (h = mm 110).

(*Foto Istituto Geologia - Torino*)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA III.

1) *Murex brandaris* L. var. (h = mm 105).
2) *Muricopsis cristata* (Br.) (h = mm 44).
3) *Murex hörnesi* D'Anc. (h = mm 41).
4) *Murex hörnesi* D'Anc. *pliorecurvus* Sacco (h = mm 53).
5) *Murex conglobatus* Micht. *pliونodosus* Sacco (h = mm 37).
6) *Murex conglobatus* Micht. (h = mm 125).
7) *Triton olearium* (L.) (h = mm 115).
8) *Nassa musiva* (Br.) (h = mm 27).
9) *Ranella gigantea* Lam. (h = mm 115).
10) *Nassa conglobata* (Br.) (h = mm 38).
11) *Cymatium distortum* (Br.) (h = mm 64).
12) *Nassa turrita* Bors. (h = mm 48).
13-14) *Semicassis laevigata* (Defr.) (h = mm 47; 55).
15) *Semicassis laevigata* (Defr.) *striata* (Defr.) (h = mm 32).
16) *Malea orbiculata* (Br.) *infernedentata* Sacco (h = mm 53).
17) *Zonaria porcellus* (Br.) *subarostrata* Sacco (h = mm 37).
18) *Ficula condita* Brongn. (h = mm 58).
19) *Strioterebrum pliocenicum* Sacco (h = mm 38).
20) *Moniliopsis cataphracta* (Br.) (h = mm 55).
21) *Conus brocchii* (Bronn.) (h = mm 44).

(*Foto Istituto Geologia - Torino*)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IV.

1a) *Terebratula ampulla* (Br.) *plicatolata* Sacco (h = mm 50). Valva ventrale.

1b) *Terebratula ampulla* (Br.) *plicatolata* Sacco (h = mm 43). Valva dorsale.

2) *Arca noe* L. (h = mm 42). Valva sinistra.

3) *Glycymeris bimaculatus* (Poli) (h = mm 100). Valva sinistra.

4) *Glycymeris bimaculatus* (Poli) *perobliquus* Sacco (h = mm 40). Valva destra.

5) *Flabellipecten flabelliformis* (Br.) (h = mm 130). Valva sinistra.

6) *Isognomon* cf. *maxillatus* Lam. *soldanii* Desh. (h = mm 140). Valva destra.

7) *Chlamys varia* (L.) (h = mm 56). Valva destra.

8) *Aequipecten scabrellus* (Lam.) (h = mm 50). Valva destra.

9) *Isognomon* cf. *maxillatus* Lam. *soldanii* Desh. (h = mm 110). Valva sinistra.

10) *Ostrea edulis* L. (h = mm 210). Valva sinistra.

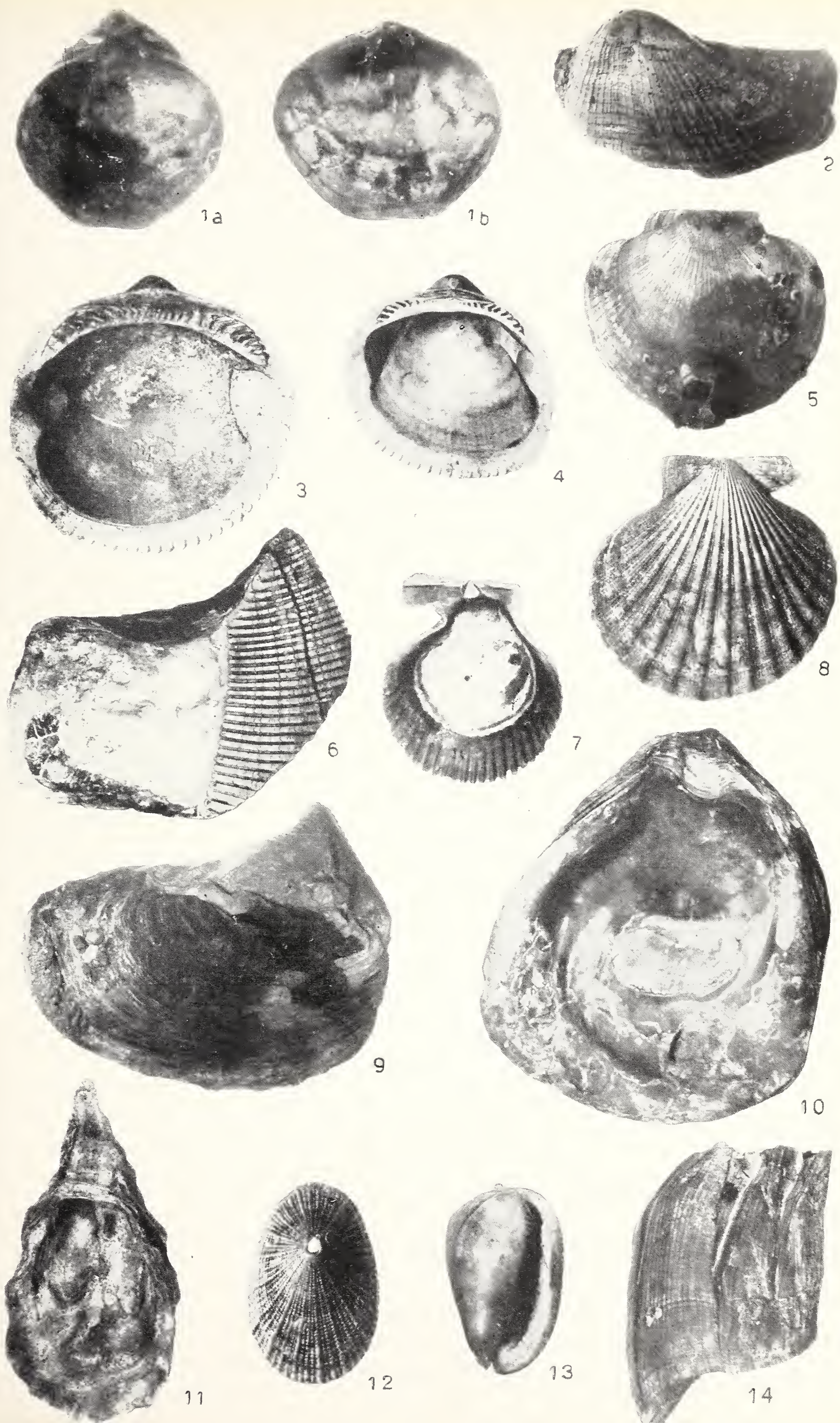
11) *Ostreola forskälii* (Chemn.) (h = mm 115). Valva sinistra.

12) *Fissurella italica* Defr. (h = mm 35).

13) *Cassidea crumena* Brug. *pseudocrumena* (d'Orb.) (h = mm 51).

14) *Balanus* sp. (h = mm 62).

(*Foto Istituto Geologia - Torino*)

1a
1b
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

Jean Péricart

# DESCRIPTION DE TROIS NOUVELLES ESPÈCES DE *PERITELUS* ET OBSERVATIONS DIVERSES (*Coleoptera Curculionidae*)

La mise en ordre des *Peritelini* de la Collection RUTER du Museum d' Histoire Naturelle de Paris nous a conduit à examiner le matériel de diverses Collections, notamment celles de TOURNIER et DESBROCHERS au Museum de Paris, et celle de SOLARI au Museum de Milan.

A l' issue de cette étude, il nous est possible de décrire plusieurs espèces nouvelles et de publier quelques observations.

## 1. - Les sous-epèces de Peritelus (subg. Pseudomeira) nicaensis Stierl.

F. SOLARI ([1], p. 43) a mis en évidence l' existence de plusieurs formes bien distinctes affines de *Peritelus* (*Pseudomeira*) *nicaensis* Stierl., et jusqu' alors confondues avec cette dernière dans les Collections.

Il s' agit de *P.* (*Ps.*) *clairei* Stierl., *P.* (*Ps.*) *ochsi* Sol., *P.* (*Ps.*) *robusticornis* Sol. La première de ces formes avait été décrite à bon escient par STIERLIN lui-même, puis considérée ultérieurement par les différents Auteurs comme synonyme de *nicaensis* Stierl.

En fait, tous ces insectes sont très voisins, et les tableaux dichotomiques proposés par SOLARI pour les séparer ([1], pp. 37 à 40) sont à notre avis peu utilisables. Les seuls caractères valables résident dans la structure des funicules antennaires, et dans la forme des pénis des ♂. La différenciation à l' aide des antennes, en principe assez facile, se trouve souvent entachée d' incertitude en raison de la variabilité non négligeable des antennes, d' un individu à l' autre, dans une même série. Seule l' étude des genitalia permet donc une détermination certaine.

Conformément à l' opinion de M. A. HOFFMANN ([2], p. 1738) il nous semble convenable de considérer toutes ces formes comme des

sous-espèces de *Peritelus* (*Pseudomeira*) *nicaensis* Stierl. et non comme des espèces distinctes comme le proposait Solari. Nous essaierons plus loin de justifier ce point de vue.

Nous allons d'abord décrire une nouvelle sous-espèce, *Peritelus* (*Pseudomeira*) *nicaensis ruteri*, nov. à laquelle nous rapportons 9 exemplaires (4 ♂, 5 ♀) de la Collection Ruter, provenant des localités suivantes: Villars sur le Var (2 ♂, 2 ♀); Gilette (1 ♂, 3 ♀); Menton (1 ♂) situées toutes les trois dans les Alpes-Maritimes françaises. La description du type (un ♂ de Villars) donnée ci-après est relative seulement à la structure du funicule antennaire et du pénis; pour le reste, l'insecte est identique à *P.* (*Ps.*) *nicaensis*, f. n.

**Peritelus (Pseudomeira) nicaensis** ssp. **ruteri**, nov.

*Antennes* (fig. 1c): 1° article du funicule 1,5 fois plus long que large, nettement plus épais que les suivants, et fortement renflé dans sa moitié apicale; second article légèrement plus épais que les suivants,

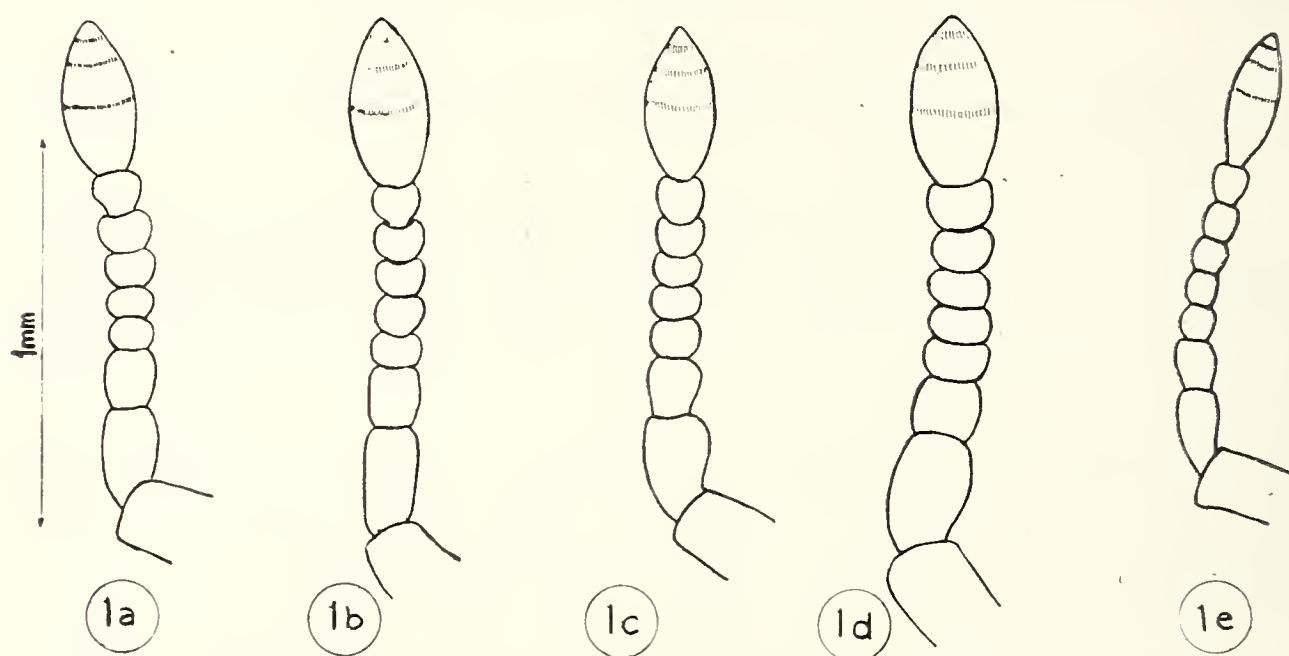



Figure 1. — Antennes: (a) de *Peritelus* (*Pseudomeira*) *nicaensis* Stierl.; (b) de *P.* (*Ps.*) *clairei* Stierl.; (c) de *P.* (*Ps.*) *ruteri* nov.; (d) de *P.*(*Ps.*) *ochsi* Sol.; (e) de *P.*(*Ps.*) *variegatus* ssp. *caprasiae* Sol.

et sensiblement élargi de la base au sommet; les 3 suivants transverses; les deux derniers aussi longs que larges, subsphériques.

*Pénis*: (fig. 2a): Vu de face, renflé en son milieu, rétréci à sa partie apicale, puis de nouveau élargi avant la troncature finale, celle-ci en arc léger et faisant avec les bords un angle à peine émoussé.

Forme de la tête, du prothorax, des élytres, des pattes, vestiture et taille, identiques à celles de *Ps. nicaensis* Stierl. et ssp. *voisines*.

*Comparaison avec les formes voisines* (fig. 1 et 2).

En ce qui concerne les antennes, chez *P.* (*Ps.*) *clairei* (fig. 1b), le premier article du funicule est deux fois plus long que large, à bords parallèles (ou à peine élargis en avant) et pas plus large que les suivants. Chez *P.* (*Ps.*) *nicaensis* f. n. (fig. 1a) ce 1° article est un

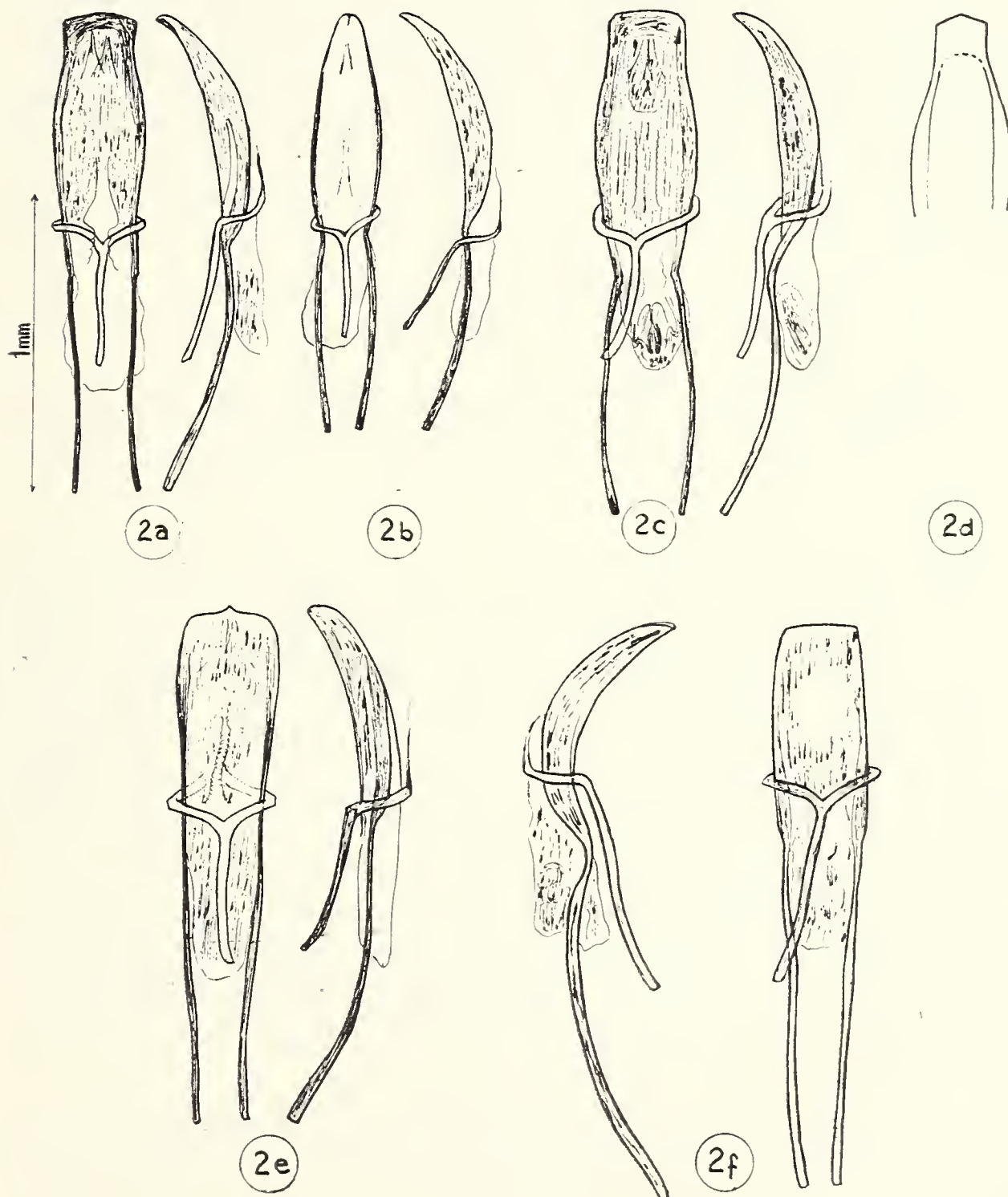



Figure 2. — Pénis: (a) de *Peritelus* (*Pseudomeira*) *ruteri* nov.; (b) de *P.* (*Ps.*) *nicaensis* Stierl.; (c) de *P.* (*Ps.*) *ochsi* Sol.; (d) de *P.* (*Ps.*) *robusticornis* Sol. (d'après Solari, loc. cit.); (e) de *P.* (*Ps.*) *clairei* Stierl.; (f) de *P.* (*Ps.*) *variegatus* ssp. *caprasiae* Sol.

peu élargi en avant et seulement un peu plus large que les suivants Chez *P.* (*Ps.*) *ochsi* (fig. 1d) les antennes sont épaisses, le 1° article du funicule est beaucoup plus gros que les suivants, et les articles 3, 4, 5, très transverses, presque 2 fois aussi larges que longs.

En ce qui concerne les genitalia des ♂, chez *P.* (*Ps.*) *nicaensis* l'organe est régulièrement atténué du milieu à l'extrémité apicale, cette dernière étant brièvement arrondie. Chez *P.* (*Ps.*) *clairei* (fig. 2e), le pénis s'élargit de la base au sommet et se termine par une troncature à bords arrondis présentant au milieu une petite pointe (forme d'accolade) Chez *P.* (*Ps.*) *ochsi* (fig. 2c), le pénis s'élargit de la base au milieu, puis se rétrécit, et les bords deviennent parallèles jusqu'à l'apex. La troncature apicale, un peu arrondie, se raccorde aux côtés par des angles très émoussés.

*P.* (*Ps.*) *ochsi* est, d'après ce qui précède, la forme la plus voisine de *P.* (*Ps.*) *ruteri*.

*Holotype* (♂): in Coll. RUTER, Museum de Paris.

*Paratypes*: (1♂, 2♀) 1♀ in Coll. RUTER; 1♂ et 1♀ dans notre Collection.

Nous dédions cette nouvelle sous-espèce à notre excellent collègue et ami G. RUTER.

*Observations biogéographiques.*

Ces différentes races habitent les Alpes-Maritimes. Dans les Collections que nous avons étudiées, *P.* (*Ps.*) *nicaensis* provient presque toujours de la région de Nice et Beaulieu, *P.* (*Ps.*) *clairei* de Menton, (1 ex de Sospel); *P.* (*Ps.*) *robusticornis* a été capturée en 1 ex. dans la vallée de la Vésubie; quant à *P.* (*Ps.*)*ochsi* et *P.* (*Ps.*) *ruteri*, elles proviennent sauf exceptions de la vallée du Var, à proximité du confluent de l'Esteron.

Ainsi, à quelques réserves près [1] les sous-espèces paraissent géographiquement bien localisées. La structure particulière, en vallées parallèles, du relief des Alpes-Maritimes françaises, pourrait expliquer leur formation en trois lignées:

---

[1] Nous avons vu deux individus de *P.* (*Ps.*) *clairei* étiquetés « Nice, 1940-45 » (G. Tempère) et un exemplaire de *P.* (*Ps.*) *ruteri* étiqueté « Menton, Grouvelle ». En outre, M. A. HOFFMANN ([2], loc. cit.) signale des faits qui ne corroborent pas notre schéma géographique; celui-ci garde au moins une valeur statistique.

— Vallées de l'Argentina, du Caréi, de la Roya (San Remo, Sospel, Menton)
. . . . . . *P.* (*Ps.*) *nicaensis clairei.*

— Vallées des Paillons (Nice, Beaulieu)
. . . . . . *P.* (*Ps.*) *nicaensis*, f. n.

— Vallées du Var et de ses affluents:
. . . . . . *P.* (*Ps.*) *nicaensis robusticornis, nicaensis ochsi, nicaensis ruteri.*

Les trois sous-espèces de ces dernières vallées sont effectivement très affines entre elles, si on se réfère aux formes des antennes et des pénis; toutefois *P.* (*Ps.*) *robusticornis* s' éloigne un peu plus des deux autres: c' est la race qui provient de la vallée de la Vésubie. Quant à *P.* (*Ps.*) *ochsi* et *P.* (*Ps.*) *ruteri,* elles paraissent localisées toutes les deux au confluent du Var et de l' Esteron, et corrélativement leur ressemblance est fort grande.

2. - Une espèce italienne nouvelle pour la Corse: Peritelus (Pseudomeira) variegatus ssp. caprasiae Sol.

Le matériel de Peritelini de la Collection Ruter contient un exemplaire de *Peritelus* (*Pseudomeira*) étiqueté « Bastia » qui appartient à *variegatus caprasiae* Sol., ainsi que nous avons pu le vérifier par comparaison avec le type de la Collection Solari [2].

*P.* (*Ps.*) *variegatus* Sol., f. n., est une espèce de Ligurie, et la sous-espèce *caprasiae* a été décrite de l' île de Capraia; mais Solari en possède aussi un exemplaire provenant de l' île d' Elbe et un autre étiqueté « Corse » provenant de Croissandeau.

L' espèce doit donc être rajoutée à la faune de la Corse.

Nous en donnons ci-après une description succincte.

Ovale-oblong, gracile, pattes robustes, antennes minces.

Tête conique en arrière, rostre un peu élargi en avant, à dos à peu près plan. Yeux peu convexes. Antennes (fig. 1e) remarquables par leur funicule mince et leur massue allongée et très étroite à la base, comme chez les *Leptosphaerotus.* Prothorax fortement arrondi

(2) Si l' on se conforme à la nouvelle division des *Peritelus* de F. Solari, *P. variegatus* est une *Heteromeira*, et non une *Pseudomeira*; nous ne sommes pas certain de la légitimité de ce fractionnement.

sur les côtés, bien rétréci en avant et en arrière, à peu près aussi long que large. Elytres ovales-oblongs, subplans. Pattes grandes et robustes.

Revêtement formé de squamules brun clair et brun foncé, les premières dessinant une bande longitudinale distincte au milieu du pronotum, et occupant également les côtés du prothorax et les épaules des élytres; les autres occupent en majorité le reste des téguments. La squamulation laisse apparaître des points dénudés sur le pronotum, et les points des stries élytrales. Elle est surmontée de soies squamuleuses courtes et mi-couchées, bien visibles sur le pronotum et les interstries élytraux. Les points des stries élytrales portent chacun une petite soie couchée.

Pénis (fig. 2f), vu de face, à bords presque parallèles et tronqués droits à l' extrémité apicale.

Taille: 3, 5-4 mm.

Cette sous-espèce diffère de la forme typique par sa taille un peu plus grande, ses antennes plus élancées, ses élytres subplans, ce qui donne à l' insecte un faciès bien différent.

Compte tenu des caractères indiqués, *(P.) Ps. variegatus caprasiae* est facile à inclure dans un tableau de détermination des Pseudomeiras de Corse, tel que celui d' HOFFMANN ([2], p. 184).

Il suffit par exemple d' utiliser le caractère fourni par la forme du pronotum pour séparer cette espèce de *muscorum*, *latiscrobs*, et *damryi*.

### 3. - UNE ESPÈCE NOUVELLE DE SICILE: PERITELUS (SUBG. PSEUDOMEIRA) SOLARII, NOV.

*Holotype* (♂):

Ovale-oblong, revêtu de squamules brun clair et brun foncé et de poils squamuleux clairs.

*Tête*: Vue de dessus (fig. 3a) à peu près conique depuis les tempes jusqu' à la base du rostre, celui-ci à côtés d' abord parallèles, puis un peu divergents à l' extrémité apicale. Rapport longueur totale/largeur (yeux compris) égal à 1,20. Front plan, 1,6 fois plus large que le dos du rostre, celui-ci à bords légèrement divergents vers l' avant, visiblement sillonné au milieu sur toute sa longueur, les bords relevés de chaque côté du sillon. Profil du rostre (fig. 3b) continuant celui du front sans sinuosité sensible. Dessus de la tête revêtu de squamules claires jusqu' à une ligne tangente au bord postérieur des yeux, et hérissé en outre de poils squamuleux assez fins.

*Antennes*: (fig. 3c) relativement minces. Scape un peu plus court que la tête, peu arqué. 1° article du funicule presque deux fois aussi long que large, élargi de la base au sommet, plus épais que les suivants. 2° article 1,4 fois aussi long que large, peu plus large que les suivants, ceux-ci identiques entre eux, arrondis, aussi larges que longs; massue fusiforme acuminée.

*Prothorax*: Transversal, 1/4 plus large que long, modérément arrondi sur les côtés, sa plus grande largeur un peu en avant du milieu, sa base rectiligne mais paraissant avancée en pointe vers

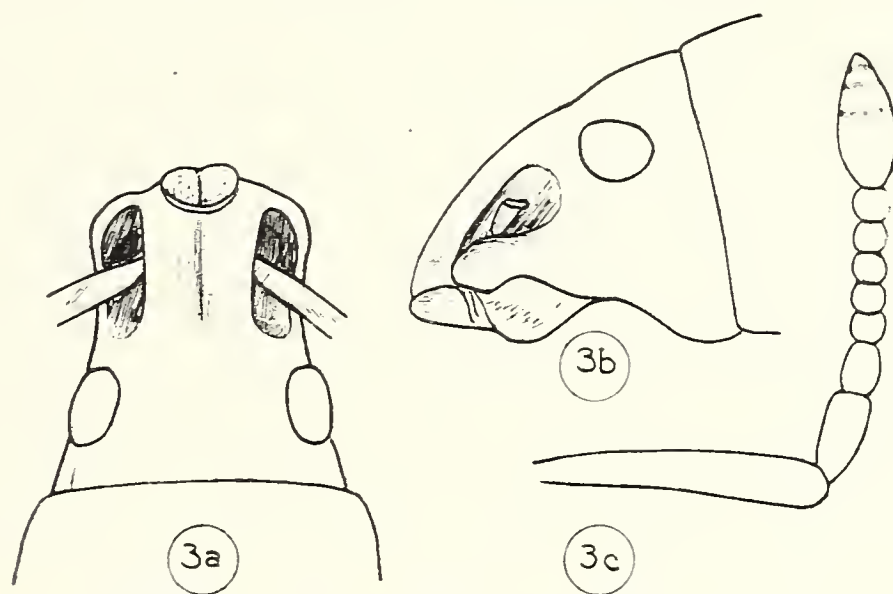



Figure 3. — *Peritelus* (*Pseudomeira*) *solarii*, nov. (a) tête vue de dessus; (b) tête vue de profil; (c) antenne.

l' écusson en raison de son recouvrement par les bases des deux élytres. Revêtement constitué de squamules claires et foncées, ces dernières formant de vagues marbrures peu tranchées. Le squamules ménagent des points dénudés, d' où sortent des poils squamuleux assez fins, couchés, sans ordre.

*Elytres*: Assez courts, 1,5 fois aussi longs que larges ensemble, les bases rectilignes et formant entre elles un angle rentrant. Epaules arrondies, les côtés ensuite presque parallèles jusqu' au milieu, puis largement arrondis dans leur moitié postérieure. Dessus peu convexe. Vestiture formée comme sur le prothorax de vagues marbrures de squamules claires et plus foncées, et comportant en outre une rangée de poils squamuleux mi-dressés sur chaque interstrie. Points des stries dénudés, garnis chacun au fond d' une soie couchée très fine.

*Pattes*: Assez robustes, revêtues de squamules claires et d'une pubescence squamuleuse.

*Pénis*: (fig. 5c). Vu de face, légèrement élargi de la base au milieu, puis fortement élargi ensuite, et terminé par une ogive.

*Taille*: 3,5 mm.

*Habitat*: Gibilmanna, Madonie (Ragusa), en Sicile (1 ♂); Ficuzza (4 ♀).

*Comparaison avec les espèces voisines*: Parmi les espèces siciliennes, (*P.*) *Ps. solarii* ne peut se rapprocher que de *P.* (*Ps.*) *pfisteri* Stierl., mais les différences entre les deux espèces sont nombreuses: chez *pfisteri*, le funicule antennaire est plus épais, les bords de la tête et du rostre vus de dessus sont rectilignes et parallèles depuis le niveau du bord postérieur des yeux jusqu'à l'extrémité apicale du rostre. Le dos du rostre est presque plan ou à sillon indistinct; les élytres sont ovale-allongées, 1 2/3 fois plus longs que larges ensemble, bien parallèles sur leur tiers médian, leurs soies squamuleuses assez courtes, couchées. Le pénis n'est pas brusquement élargi à partir du milieu, mais au contraire à bords faiblement convergents jusqu'à l'extrémité apicale, qui est en forme d'ogive (fig. 5b).

*P.* (*Ps.*) *siculus* Desbr. (= *logesi* Pic) dont nous avons vu un cotype dans la Collection Desbrochers ressemble à *latiscrobs*, et est donc très éloigné de *solarii*.

*Observation*. Il existe dans la Collection Solari des exemplaires ♀ provenant de Ficuzza (Sicile) qui sont légèrement différents du type ♂ décrit ci-dessus, qui est unique: leurs antennes sont un peu plus minces, et surtout les soies squamuleuses des élytres plus épaisses et plus dressées. Il pourrait peut-être s'agir d'une race différente. Cependant, les différences signalées ne dépassent pas l'ordre de grandeur des variations individuelles que l'on observe fréquemment chez les *Peritelus* subg. *Pseudomeira*, surtout en ce qui concerne les antennes.

Nous avons dédié cette nouvelle espèce à la mémoire du regretté F. Solari. L'Holotype (♂) et 3 ♀ se trouvent dans la Collection Solari, au Muséum d'Histoire Naturelle de Milan.

4. - Une espèce nouvelle de Sardaigne: Peritelus (subg. Dolichomeira) nasutus, nov..

*Holotype* (♂):

Allongé, parallèle, revêtu de squamules gris-fauve et de soies squamuleuses de même couleur.

*Tête*: Vue de dessus (fig. 4a) aussi large à l' extrémité du rostre que longue entre le bord postérieur des yeux et l' extrémité apicale. Yeux petits, convexes, cachant les tempes sur les côtés. Front large, à peu près plan. Rostre très épais, à côtés divergents de la base au

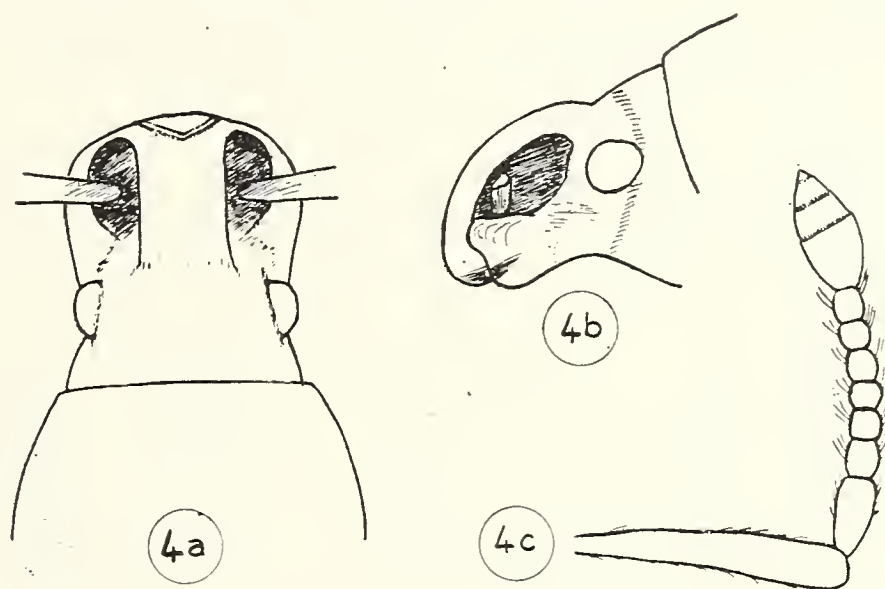



Figure 4. — *Peritelus* (*Dolichomeira*) *nasutus*, nov. (a) tête vue de dessus; (b) tête vue de profil; (c) antenne.

sommet, et plus large au sommet que la tête yeux compris. Dos du rostre, vu de profil (fig. 4b) renflé et formant une forte sinuosité avec le front au niveau du bord antérieur des yeux, cette sinuosité très visible malgré l' épaisse squamulation. Vu de dessus, le dos du rostre est étroit et parallèle, à peine plus large que la moitié du front entre les yeux, et que le tiers de la largeur totale de rostre.

Scrobes (zone squamulée comprise) larges, profonds, rétrécis en avant, et s' ouvrant très largement en arrière.

Squamulation serrée et surmontée de poils squamuleux épaissis au sommet et mi-dressés surtout sur le front.

*Antennes* (fig. 4c) Scape robuste, densément squamulé, long comme les 2/3 de la largeur du prothorax. Funicule mince, presque aussi long que la largeur du prothorax; premier article à peine 2 fois plus

long que large, le second un peu plus long que large et nettement plus étroit que le premier, les suivants globuleux et diminuant progressivement et très légèrement de taille jusqu' au 7°. Massue bien détachée, fusiforme, 2 fois plus large que le dernier article du funicule.

*Prothorax*: Bien arrondi sur les côtés, sensiblement aussi large que long, sa plus grande largeur au milieu. Largeur à la base, au milieu et au sommet dans les proportions des nombres 19, 24, 16.

Squamulation dense, d' où émergent des poils squamuleux, claviformes, mi-couchés.

*Elytres*: Allongés, subplans, à côtés parallèles, 1/3 plus larges que le prothorax en son milieu. Rapport longueur suturale/largeur de l' ordre de 31/54. Epaules effacées, bien échancrées en arc.

*Pattes*: Robustes, densément squamulées.

*Pénis*: (fig. 5a); Allongé, un peu rétréci au milieu, puis sensiblement élargi en spatule à son extrémité apicale, qui est largement

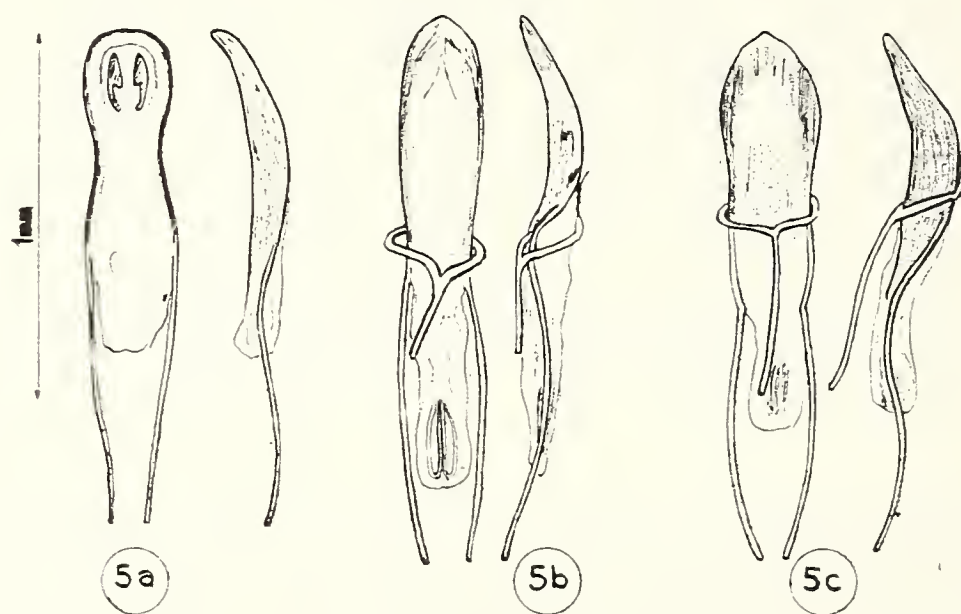



Figure 5. — Pénis: (a) de *P.* (*Dol.*) *nasutus* nov.; (b) de *P.* (*Ps.*) *pfisteri* Stierl.; (c) de *P.* (*Ps.*) *solarii* nov.

arrondie. Ouverture apicale du sac interne avec deux plaquettes chitinisées allongées.

*Taille*: 3,6 mm.

*Paratypes*: 1 ♂, 2 ♀.

De taille et d' aspect identiques au type. Les ♀ sont semblables aux ♂, mais le corps et plus trapu, le rostre encore plus large, la

sinuosité du profil plutôt plus forte. Rapport moyen longueur/largeur des élytres: 62/36. Antennes plus élancées, la massue plus allongée.

*Habitat*: Les 4 exemplaires proviennent de Flumentorgiu (Sardaigne) où ils ont été capturés par Solari en Mai 1896.

*Comparaison avec les espèces voisines.*

*Peritelus* (*Dolichomeira*) *nasutus* se distingue à première vue de toutes les autres *Dolichomeira* par la remarquable sinuosité que forme, de profil, la base du dos du rostre à sa rencontre avec la courbure du front.

Les deux autres espèces sardes du sous-genre *Dolichomeira* décrites jusqu'à ce jour sont *P.* (*D.*) *sassariensis* Desbr. et *P.* (*D.*) *seidlitzi* Desbr.

*Peritelus* (*Dolichomeira*) *sassariensis* est une espèce beaucoup plus petite, à élytres plus courts, plus arrondis, à rostre plus élargi en avant, et pas plus large que la tête yeux compris; aucune confusion n'est possible avec la nouvelle espèce.

Au contraire, *Peritelus* (*Dolichomeira*) *nasutus* et *P.* (*D.*) *seidlitzi* sont très affines, tant par la forme générale de la tête et du corps, que par celle des organes copulateurs des ♂. L'existence de la sinuosité rostrale chez *P.* (*D.*) *nasutus* est le caractère permettant une séparation nette.

Soulignons d'ailleurs, à propos de *Peritelus* (*Dolichomeira*) *seidlitzi* que cette espèce se scinde peut-être en plusieurs sous-espèces. Mais étant donné la grande variabilité individuelle de ces insectes, il faudrait disposer d'un matériel plus nombreux et surtout étiqueté de manière plus précise quant à sa provenance, pour arriver à une conclusion certaine.

*Peritelus* (*Dolichomeira*) *seidlitzi* nous fait l'effet d'une « grande espèce » dont *P.* (*D.*) *nasutus* pourrait constituer une sous-espèce.

L'holotype de cette espèce, et deux paratypes, se trouvent dans la Collection Solari au Muséum d'Histoire Naturelle de Milan. Un paratype dans notre Collection.

Nous avons voulu conserver à cette espèce le nom de *nasutus* que lui avait réservé Solari dans sa Collection, en vue probablement d'une description ultérieure.

5. - Remarque à propos de Peritelus (subg. Meira) elongatulus Fairm. = grouvellei Stierl.

Comme l'a indiqué F. Solari ([1], pp. 61-62) *P.* (*M.*) *elongatulus* Fairm. est bien distinct de *P.* (*M.*) *suturellus* Fairm., mais nous pensons avec M. A. Hoffmann que cette différence est subspécifique.

Par ailleurs, Solari dit avoir examiné, dans le matériel de la Collection Stierlin communiqué par Leonhard, les deux types de (*P.*) (*M.*) *grouvellei*, étiquetés « Menton, Grouvelle », mais ne portant pas la mention « types »; nous pensons quant à nous qu'il ne s'agissait pas des types, car nous avons vu, dans le matériel de la Collection Ruter provenant de Stierlin, un de ceux-ci, étiqueté « Menton », et portant bien la mention « type ». Nous avons vu également le type de *P.* (*M.*) *minutus*, qui semble d'aillleurs identique au précédent.

On aurait ainsi, en suivant pour le reste F. Solari:

*P.* (*M.*) *suturellus* Fairm. = *minimus* Stierl = *florentinus* Stierl.

*P.* (*M.*) *elongatulus* Fairm. = *minutus* Stierl. = *grouvellei* Stierl.

Nous remercions les différentes personnes qui nous ont aidé à mener à bien notre étude: M. le Professeur C. Conci et le personnel du Museum de Milan, M. G. Colas et le personnel du Museum de Paris, et nos collègues et amis A. J. Roudier, G. Ruter et G. Tempère, pour le matériel qu'ils ont aimablement mis à notre disposition.

## BIBLIOGRAFIA

[1] F. Solari - *Proposta di un riordinamento delle tribù degli Otiorhynchini e dei Peritelini e creazione di tre nuovi generi di questi ultimi.* Mem. Soc. Ent. Ital., vol. XXXIII, 1954.

[2] A. Hoffmann - *Coléoptères Curculionides* - *Faune de France*, Paris, Lechevalier.

*Adresse de l'Auteur*:

Jean Péricart
8 Boul. Général De Gaulle
Lagny (Set M) - France

F. Carraro - R. Sacchi

# SOPRA UN AFFIORAMENTO DI MATERIALE PORFIRITICO NEI DINTORNI DI RONCO BIELLESE

Nel corso di alcune ricerche geologiche che andiamo espletando nel Biellese nell' ambito dei rilevamenti per la Carta Geologica d' Italia ([1]), ci siamo imbattuti in un notevole affioramento di materiali porfiritici il quale, per quanto è a nostra conoscenza, non è segnalato dalla letteratura geologica nè, in particolare, dalla attuale edizione della Carta Geologica d' Italia ([2]). L' affioramento è situato nell' alveo del Torrente Chiebbia, subito a monte del punto in cui questo viene scavalcato dalla carrozzabile Ronco Biellese-Regis-Chiavazza (F.° 43, Biella; tav. IV SE, Cossato; coord. chilom.: 2835-4780).

Il materiale, che affiora a monte del ponte nel greto del torrente, si presenta come una porfirite piuttosto scura, con superficie di alterazione vacuolare; è caratterizzato dalla presenza di inclusi prevalentemente rotondeggianti, quali chiari (apliti, quarziti, marmi), quali invece scuri, generalmente biotitici, di composizione kinzigitica, concentrati prevalentemente in alcune plaghe. Le dimensioni degli inclusi sono molto variabili ed eccezionalmente superano il mezzo metro di diametro anche se spesso sono minori e si avvicinano a quelle dei fenocristalli della porfirite (qualche millimetro).

Il materiale porfiritico occupa per una cinquantina di metri l' alveo del torrente; su tutti i lati viene a contatto con tipiche kinzigiti, talora associate a marmi, verso valle assai impregnate di materiale aplitico (migmatiti generalmente di tipo agmatitico), quali si osservano comunemente in prossimità del plutone granitico del Biel-

([1]) F. Carraro, *Principali risultati della campagna di rilevamento 1961-62 nell' area del F.° 43 (Biella) della Carta Geologica d' Italia.* « Boll. Serv. Geol. It. », in corso di stampa.

R. Sacchi, *Nuovi dati geologici sulla tavoletta Valle Mosso (Foglio Biella).* « Boll. Serv. Geol. It. », in corso di stampa.

([2]) *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1:100.000. *F.° 43*: *Biella* (rilevamenti di S. Franchi e A. Stella). « R. Uff. Geol. », 1933.

lese. I rapporti con la roccia incassante non sono sempre evidenti, a causa principalmente della copertura pliocenica e quaternaria, la quale lascia vedere il substrato roccioso solo in corrispondenza alla profonda incisione del torrente.

L' abbondanza e la varietà di forma e dimensione degli inclusi, a volte angolosi, ma soprattutto la forma subcircolare dell' affioramento di cui, nonostante la copertura, si possono riconoscere abba-

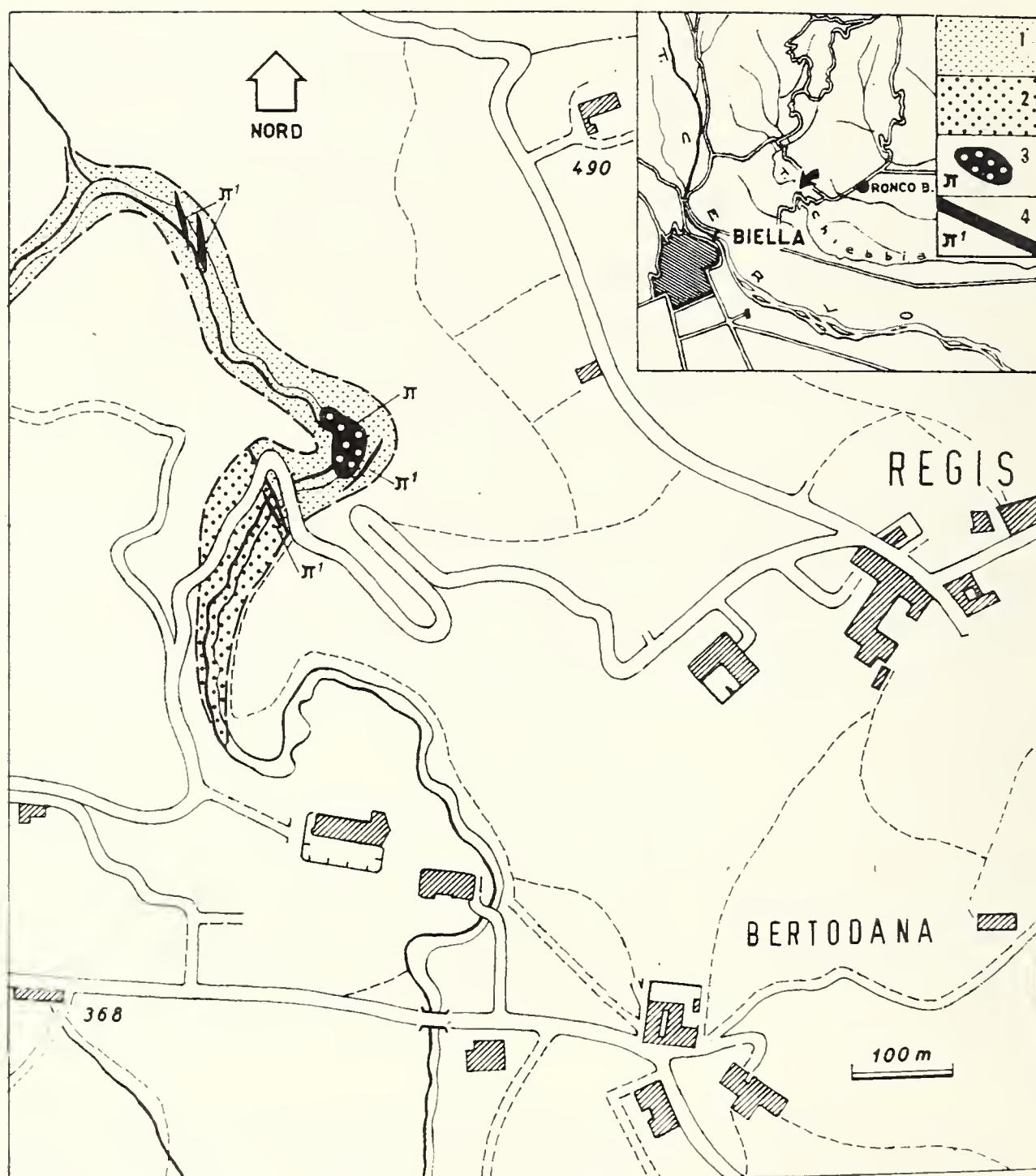



Fig. 1. — Ubicazione e schizzo geologico dell' affioramento, situato nell' alveo del torrente Chiebbia; 1: kinzigiti; 2: migmatiti di tipo prevalentemente agmatitico; 3: **porfirite ad inclusi; 4: filoni porfiritici**; in bianco copertura pliocenico-quaternaria.

stanza bene i limiti con i terreni incassanti, costituiti da rocce della serie kinzigitica, fanno ritenere che si tratti del prodotto di una attività vulcanica di tipo esplosivo.

Rocce porfiritiche ad analoga composizione ma prive di inclusi e con chiara giacitura filoniana si trovano sia a monte che a valle, come pure sulla sinistra del torrente, sempre incassate entro a rocce kinzigitiche; più precisamente abbiamo riconosciuto due modesti filoni a monte, un altro ancora minore a valle ed un quarto, subconcordante con le kinzigiti, ad Est del corpo eruttivo principale.

Lo studio microscopico non contribuisce molto a chiarire il carattere di questi materiali. Per ciò che concerne l' affioramento principale e più esteso, appare chiaro trattarsi di una roccia eruttiva a struttura porfirica con una composizione mineralogica piuttosto complessa. In una pasta fondamentale a grana finissima, microcristallina, di colore bruniccio, esistono maggiori individui di vari minerali dei quali spesso non è chiaro, tranne per i tipici plagioclasi zonati, se si tratti di minerali primari o secondari o infine di inclusi enallogeni parzialmente assimilati. Astraendo dalla pasta di fondo, prendono parte alla composizione della roccia, in ordine di importanza: plagioclasio, quarzo, biotite, un anfibolo verde, calcite, epidoto, rari granuli di apatite, lamelle di muscovite e minerali opachi; molto chiaramente di natura enallogena sono dei frammenti nei quali si riconosce ancora la composizione delle kinzigiti, con grandi lamelle di biotite, granati ed andalusite. Caratteristica l' associazione quasi costante di biotite, anfibolo e calcite, in particolare di questi ultimi due minerali dei quali il primo forma a volte un feltro intorno ad aggregati granulari del secondo. Il plagioclasio è generalmente una labradorite al 55-60% an, con piccole variazioni, talora a carattere oscillatorio, dal nucleo alla periferia nei molti individui zonati. Questi hanno frequentemente geminazione albite-Karlsbad (a differenza degli individui non zonati che hanno più spesso la comune geminazione polisintetica) e mostrano in generale orlo limpido e nucleo alterato, oppure anche alterazione ristretta ad una fascia intermedia tra nucleo e periferia. L' anfibolo, del quale quasi costantemente sono visibili solo relitti in via di sostituzione, è un termine del gruppo dell' orneblenda con i seguenti caratteri ottici: $\alpha$ giallino $< \beta$ verde chiaro $\lesseqgtr \gamma$ verde, allungamento positivo, birifrazione negativa con $\gamma - \alpha \cong 0{,}018$; il valore di $c:\gamma$ si apprezza con difficoltà, a causa dello stato di cattiva conservazione del minerale, e sembra aggirarsi sui 17°.

Qualche differenza nella composizione mineralogica, anche a prescindere dall' assenza del materiale kinzigitico incluso, mostrano invece i filoni minori. Nel filone più a Nord, assente la biotite e quasi assente il quarzo, fra i fenocristalli, l' anfibolo verde compare abbondantissimo e costituisce una frazione importante della roccia. Si tratta di minerale analogo all' anfibolo già citato, rispetto al quale presenta tuttavia delle differenze nel valore di $c : \gamma \cong 20°$ e della birifrazione ($\gamma - \alpha \cong 0{,}026$-$28$). Caratteristica di questo filone è la presenza di abbondante epidoto di tipo clinozoisitico con birifrazione abbastanza alta, ora in notevoli individui idiomorfi, ora strettamente associato all' anfibolo col quale mostra un evidente legame genetico.

Analoga a quella del filone settentrionale è la composizione del filone a valle del ponte. Non mancano tuttavia elementi che lo differenziano: vi compaiono infatti rari individui di biotite mentre non vi si ritrova l' epidoto; l' anfibolo presenta avanzata trasformazione in un minuto aggregato di minerali secondari, cosicchè diventa assai difficile identificarne i caratteri ottici.

Circa l' età della porfirite ad inclusi, pur non avendo evidentemente elementi decisivi, saremmo propensi a considerare questi materiali coevi del complesso granitico-porfirico ercinico del Biellese, del quale rappresenterebbero una manifestazione periferica; ciò porterebbe a distinguere nettamente questa roccia dai numerosi filoni porfiritici del Biellese, che la letteratura geologica [1] considera tardoalpini e connette con le intrusioni di Traversella e della Valle del Cervo. Queste ultime manifestazioni filoniane sono, tra l' altro, molto più diffuse di quanto non appaia nella Carta Geologica d' Italia: nel corso dei nostri rilevamenti abbiamo osservato molti filoni porfiritici non solo nel Granito del Biellese, ma anche nelle formazioni circostanti (Tollegno, Veglio, Falletti, Ternengo).

E' infine da sottolineare la stretta analogia di facies fra questa porfirite ad inclusi e quelle che compaiono nella zona del Canavese [2].

---

(1) NOVARESE V., *Il sistema eruttivo Traversella-Biella.* « Mem. Descritt. Carta Geol. It. », *28,* 90 pp., 1 t.f.t., 1943.

(2) FRANCHI S., *Appunti geologici sulla zona diorito-kinzigitica Ivrea-Verbano e sulle formazioni adiacenti.* « Boll. R. Com. Geol. It. », *36* 270-298, 1905.

BIANCHI A. & DAL PIAZ GB., *Gli inclusi di « micascisti eclogitici » nelle porfiriti permiane della Zona del Canavese fra Biella ed Oropa.* « Rend. Soc. Min. It. », *18,* 1962 (in corso di stampa).

La differenza principale è data dalla natura degli inclusi di queste ultime (micascisti e scisti a glaucofane) ciò che si può spiegare facilmente con la diversa natura delle rocce incassanti.

Esprimiamo la nostra gratitudine al Prof. R. Malaroda, il quale ha visitato con noi l' affioramento discutendo con noi sul posto e in laboratorio i problemi connessi.

*Torino, Istituto di Geologia dell' Università. Dicembre 1962.*

## Zusammenfassung

Diese Arbeit macht auf einen interessanten Porphyrit-Aufschluss aufmerksam, der Einschlüsse von Gesteinen der umhüllenden Schiefer-Kristallinserie (Kinzigit) enthält. Der Aufschluss liegt in der Nähe von Biella.

Dieses Gestein wird makro- und mikroskopisch beschrieben; man gibt dazu die Interpretation der Herkunfts (vulkanische Genesis) und des wahrscheinlichen Alters (herzinisches Alter).

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA V.

Fig. 1. — *Porfirite ad inclusi*: superficie lucida di un campione; sono chiaramente visibili vari inclusi di granito (per esempio al centro in alto), aplite e quarzite (nell' angolo in basso a sinistra) ed in basso a destra un grosso incluso di kinzigite (× 0,5).

Fig. 2. — Aspetto microscopico della medesima roccia: da notare i tipici plagioclasi zonati, spesso in frammenti (al centro a destra); nell' angolo in alto a sinistra un individuo di granato; la maggior parte degli individui di plagioclasio e quarzo sono in frammenti (*Nicols* +; × 22).

Fig. 3. — Altro particolare: al centro un frammento di marmo costituito al nucleo da calcite granulare e da anfibolo aciculare al bordo; poco più in alto a destra, due aggregati di biotite ed anfibolo, quasi estinti. In alto a destra un individuo zonato di plagioclasio con alterazione sericitica tipicamente ristretta ad una fascia intermedia fra nucleo e periferia; alterazione sericitica presenta pure il grosso individuo di plagioclasio nell' angolo in basso a sinistra, mentre gli altri minerali leucocrati, visibili nella fotografia, sono generalmente individui di plagioclasio fresco (*Nicols* ||; × 22).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

(*foto: Istituto di Geologia, Torino*)

Dino di Colbertaldo - Giambattista Feruglio

# I MINERALI TUBOLARI DI RAIBL

## Premessa

Nel 1943, riordinando il Museo della Miniera di Raibl, ho rinvenuto una serie di splendidi campioni di galena, in forma di tuboli, sulla cui origine e luogo di provenienza al primo momento ero rimasto alquanto perplesso. In seguito, consultando vecchie pubblicazioni sul giacimento, ho potuto stabilire che i campioni si riferivano in parte a quelli descritti da Pošepny nel 1873 ed interpretati come stalattiti, ed in parte a quelli illustrati da Göbl nel 1903 in una memoria, nelle cui tavole figura anche il disegno di uno di questi campioni e la sezione della grotta, al VII° livello Giovanni, ove in parte erano stati raccolti.

Nel mio lavoro su Raibl avevo riassunto brevemente, per questa varietà di galena, i risultati dei due Autori, senza prendere posizione, riservandomi però di ritornare sull' argomento in futuro, dopo aver trovato degli elementi sufficienti per avvalorare o contestare l' origine stalattitica.

Alcuni anni or sono, due fortunati ritrovamenti nel sottosuolo, uno nel Cantiere Colonna Principale, nel tratto compreso fra i livelli Madonna e Giovanni, di numerosi tuboli di galena immersi nella ganga dolomitica, ed uno al XVIII° livello Clara, recetta del pozzo omonimo, di ceppi di coralli nel calcare metallifero del Ladinico Superiore, mi avevano fatto sospettare che i tuboli di galena altro non fossero che un prodotto di sostituzione selettiva dei ceppi di corallo da parte di questo minerale.

Assumendo come base di ricerca una tale ipotesi, ho condotto assieme al Dr. Giambattista Feruglio un dettagliato studio macro- e microscopico sui campioni vecchi e nuovi allo scopo di poter dare una esauriente spiegazione a questo importante fenomeno.

Non mi risulta che forme di galena analoghe a quelle qui prese in considerazione siano mai state finora descritte. Sono state però osservate come rarità (ma in dimensioni molto più piccole, e senza ramificazioni) nel giacimento di Les Malines in Francia.

Tuboli di galena di forme simili, ma di grandezza microscopica (10-15 micron di lunghezza) e disposti in una tessitura decisamente diversa, sono stati da me per la prima volta osservati e studiati in campioni provenienti dalla Colonna Udo di Raibl, dal giacimento di Salafossa e di recente anche dalle ricerche « Buso dei morti » presso la Miniera dell'Argentiera (Auronzo). In questa nota viene ripreso lo stesso argomento e si riferisce sui risultati conseguiti durante le ultime indagini.

Il presente lavoro rientra nel quadro di ricerche giacimentologiche promosse dal Centro nazionale del C.N.R. per lo studio geologico e petrografico delle Alpi e dalla RAIBL Soc. Mineraria del Predil. Ci sentiamo pertanto in dovere di rivolgere un vivo ringraziamento al Prof. A. Bianchi, Direttore del Centro, al Prof. G. Schiavinato, Direttore dell' Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica della Università di Milano ed al Dr. Ing. G. Nogara, Direttore Generale della « RAIBL », che hanno contribuito alla realizzazione di questo studio.

DINO DI COLBERTALDO

## Studi precedenti

Il primo Autore ad occuparsi dei minerali tubolari di Raibl fu Pošepny nel 1873 (12). Durante la sua permanenza presso la Miniera ebbe occasione di osservare nella loro posizione originaria questi tuboli, sia in elementi isolati come in concrescimenti di più individui, e di raccogliere dei campioni in vecchie grotte, allora situate al V° livello Giovanni della Miniera erariale, 378 m sopra il fondovalle, e nella Miniera privata, 57 m sotto il precedente ritrovamento.

I tuboli studiati avevano un diametro di alcuni millimetri e raggiungevano una lunghezza di 10-15 cm; l'abito era prismatico con sezioni rettangolari ed esagonali. La parte centrale costituiva una specie di asse formato da diverse sostanze terrose, oppure da un canale vuoto per asportazione delle stesse. Il Pošepny pensava che l'asse centrale doveva già esistere. In tal caso la deposizione della galena attorno ad esso sarebbe avvenuta in modo analogo a quello che si manifesta in una soluzione di zucchero, qualora si dispongano degli steli nel recipiente di cristallizzazione. Il problema doveva quindi consistere soltanto nel definire l' origine dell' asse centrale. Escludendo

una genesi organica per varie ragioni, Pošepny riteneva in definitiva gli assi centrali come *formazioni stalattitiche.* Una tale ipotesi poteva così spiegare anche la formazione del canale vuoto; e gli involucri di blenda e galena non si sarebbero originati per stillicidio attorno alla presunta stalattite, ma per diretto deposito sull'asse del tubolo in precedenza formato. A causa poi dell'aumento di peso, oppure per altre ragioni, queste forme tubolari si sarebbero staccate dal tetto della grotta subendo varie deformazioni e cementazioni da parte di dolomite, prima di raggiungere l'attuale assetto.

Olinto Marinelli nel 1892 in una pubblicazione (11) sul giacimento di Raibl accenna ad un modo veramente singolare in cui si presenta la galena, ed in proposito così si esprime: « relativamente poco abbondanti si rinvengono a Raibl, o compenetrate nella dolomia o qualche volta anche isolate, delle aggregazioni di galena a forma di aghi o tubettini internamente vuoti o riempiti da strati concentrici di vari minerali, argilla alterata, blenda, calamina; nel centro però rimane sempre uno spazio vuoto ». Il Marinelli non prende però posizione sulla genesi ed accetta l'ipotesi del Pošepny.

Wilhem Göbl nel 1903, nell'ultima parte del suo lavoro su Raibl (9), descrive una grotta rinvenuta al VII° livello Giovanni, le cui pareti erano tappezzate da tutte le varietà note dei minerali di Raibl, ed il tetto da tuboli di galena per lo più orientati ed ordinati come i ceppi corallini. Lo stesso Autore osserva che l'interno di questi elementi di galena è vuoto od in parte riempito da prodotti d'alterazione; la genesi poteva essere riferita a formazioni stalattitiche, come aveva proposto Pošepny.

Altri Autori hanno citato nelle loro pubblicazioni i minerali tubolari di Raibl, ma sempre riferendosi agli studi di Pošepny e di Göbl, senza cioè prendere posizione in merito.

## Osservazioni sui campioni alterati studiati da Pošepny e da Göbl

### a) *Osservazioni macroscopiche*

La serie dei campioni trovati in Museo proviene da grotte e cavità della zona d'alterazione del giacimento e più precisamente: dal V° livello Giovanni della ex « Miniera erariale »; da una posizione situata circa 57 m al di sotto della precedente nella ex « Miniera privata »; dal VII° livello Giovanni.

I tuboli si presentano isolati o, più spesso, in aggregati di semplici bastoncini di forma prismatica a sezione quadra, esagonale e

poligonale irregolare. Di solito sono numerosi, vicini od a diretto contatto fra loro, e diversamente orientati, ma comunque sempre liberi da ganga (Tav. VI).

Le dimensioni sono varie: lo spessore medio misura circa un centimetro, eccezionalmente due; la lunghezza varia da alcuni centimetri ad un massimo di 15 cm. In un singolo campione sono stati osservati numerosi elementi tubolari aventi spessore di pochi millimetri (4-5) e lunghezza di pochi centimetri. Questi tubicini, dato l' esiguo spessore dell' involucro di galena, si possono frantumare con la semplice pressione delle dita, sono facilmente staccabili dal campione, e si ha l' impressione che siano adagiati su quelli a dimensioni normali. Essi sono in genere ben distinti fra loro e prevalentemente isoorientati.

Non sempre si nota un rapporto costante fra spessore e lunghezza dei tuboli, nè lo spessore di uno stesso tubolo si mantiene tale. Infatti sono stati osservati anche individui aventi forma grossolanamente piramidale, un po' simile ad un calice, con la base svasata ad imbuto.

I tuboli possono essere rettilinei o lievemente incurvati; ogni tubolo possiede un canale centrale a sezione trasversale rotonda, ovale, o più spesso irregolare. Il diametro dei canali è molto variabile. Ad esempio un tubolo a sezione esterna, grosso modo, rettangolare, con spessore medio di quasi due centimetri, può avere un canale di appena 2 mm di diametro. Di contro altri tuboli, dello spessore di 4-5 mm, possono presentare un canale pure di 2 mm. In media però il diametro del canale rappresenta circa 1/3 dello spessore del tubolo, e non sempre si mantiene costante per tutta la lunghezza, potendo localmente ingrossarsi oppure diminuire; di solito ha tendenza a restringersi progressivamente da un' estremità all' altra. Anche la forma del canale è instabile: un tubolo il cui canale in sezione normale all' allungamento ed in un determinato punto ha, supponiamo, forma rotonda, non mantiene questo carattere per l' intera sua lunghezza, potendo in qualche punto presentare una sezione ellittica od irregolare. Il canale può essere completamente vuoto, oppure riempito parzialmente o completamente da prodotti terrosi, mal definibili, o da blenda (Fig. 2).

Negli aggregati, ove l' alterazione è stata più spinta, oppure dove i tuboli sono più numerosi per essere a contatto fra loro, è possibile notare come la forma dei canali centrali, come pure quella del contorno dei tuboli, sia molto irregolare. Utili si sono dimostrate sezioni lucide a grande superficie, che hanno facilitato le osservazioni di dettaglio e permesso di determinare l' esistenza di più tuboli fusi assieme o rin-

saldati da blenda, barite, idrozincite ed altri prodotti d'alterazione. Alcuni tuboli di galene presentano due, tre, od anche quattro canali interni, uno a ridosso dell'altro, attorno ai quali il solfuro di piombo non si adagia regolarmente, ma assume forma varia, che nelle sezioni corrisponde per esempio al triangolo, quando tre canali risultino contemporaneamente a contatto.

b) *Osservazioni microscopiche*

Durante lo studio microscopico sono stati osservati i seguenti minerali:

*metallici primari*

galena, blenda, pirite;

*non metallici primari*

barite;

*secondari*

cerussite, anglesite, smithsonite, idrozincite, goethite.

Per l'importanza che assumono i minerali secondari, nei riguardi di quelli primari, abbiamo ritenuto più opportuno far seguire alla descrizione di ciascun minerale primario anche quella dei suoi prodotti d'alterazione, anzichè seguire l'ordine sopra esposto.

*Minerali metallici primari*

*Galena*

In tutte le sezioni esaminate la galena è il costituente mineralogico fondamentale; i suoi caratteri ottici sono normali. L'attacco di struttura con HBr su sezioni normali all'allungamento dei tuboli ha messo chiaramente in vista come il tubolo stesso si sia originato « centrifugamente », con una serie cioè di zone di accrescimento a partire dall'asse corallino verso l'esterno. In seguito, su questa originaria struttura di schietto tipo metacolloidale, si è sovrapposta una struttura cristallina, messa in evidenza da fitti piani di sfaldatura incrociantisi ad angolo retto oppure di 60°. Deformazioni e microfaglie si sono quindi manifestate in un periodo più recente.

Poichè questi campioni sono liberi da ganga, per essere stata disciolta durante il processo di alterazione superficiale del giacimento, non è possibile decidere se la crescita del tubolo di galena sia avvenuta sull'asse corallino direttamente nel mare (singenesi) oppure per sostituzione del calcare incassante (epigenesi).

L' attacco di struttura su sezioni parallele all' asse dei tuboli pone chiaramente in evidenza come le zone di accrescimento della galena rivestano e seguano fedelmente tutte le protuberanze dello stelo; in tal modo la forma del tubolo di galena riproduce grosso modo quella dello stelo corallino. L' accrescimento a zone è già visibile, senza attacco, in quelle sezioni che denotano fenomeni di cerussitizzazione.

Fra i prodotti d' alterazione della galena predomina la *cerussite.* Il potere di riflessione di questo minerale è basso, ma comunque superiore a quello della dolomite, il colore di riflessione è grigio scuro. Gli effetti di anisotropia a nicol incrociati sono molto forti. Si possono distinguere due varietà di cerussite: una di tipo colloidale, a tessitura concrezionata, che si localizza lungo i margini esterni ed interni dei tuboli di galena; ed una a struttura cristallina, che prevale nelle vene e lungo i piani di sfaldatura e zone d' accrescimento della galena. Non sempre chiara è la sua diagnosi, soprattutto per il tipo colloidale, dal momento che i caratteri ottici sono molto simili a quelli della smithsonite. Preciso, per la distinzione dei due carbonati, si è sempre dimostrato l' attacco con $Na_2S$ (7). L' alterazione cerussitica si è manifestata mediante sostituzione periferica dei margini interno ed esterno dei tuboli, o per penetrazione guidata lungo i piani di sfaldatura e le zone d' accrescimento, o infine per penetrazione diffusa.

Fra i prodotti d' alterazione della galena sembra sia presente anche l' anglesite. Infatti entro le plaghe di cerussite si notano talora delle zone le quali presentano i caratteri della anglesite, come il colore grigio, il basso potere di riflessione (più basso dei carbonati e della barite), la mancanza di anisotropia, i riflessi interni sul tono del grigio. La presenza di questo minerale è messa bene in rilievo dall' attacco con $Na_2S$ che trasforma la cerussite in galena, ma non l' anglesite, sulla quale non ha alcun potere. Che si tratti di anglesite lo fanno presumere, oltre i caratteri ottici, la costante associazione alla cerussite e la localizzazione entro od ai bordi dei cristalli di galena. Si tratta comunque di un minerale che compare molto di rado e sempre in minuscole plaghe.

*Blenda*

La varietà di blenda osservata appartiene alla seconda fase metallizzante, prima venuta, cioè al tipo giallo metacolloidale, con variazioni verso tonalità rosso arancione.

Di un certo interesse risulta la localizzazione di questa blenda. Essa infatti sostituisce lo stelo corallino « centripetamente » a partire

dal contatto con la galena. In particolare si nota che il primo inviluppo è costituito da blenda gialla in tessitura a micrococcarde con noccioli formati da germi di cerussite pseudomorfi di galena. Da questo inviluppo e verso l'interno si ha blenda colloidale con accre-

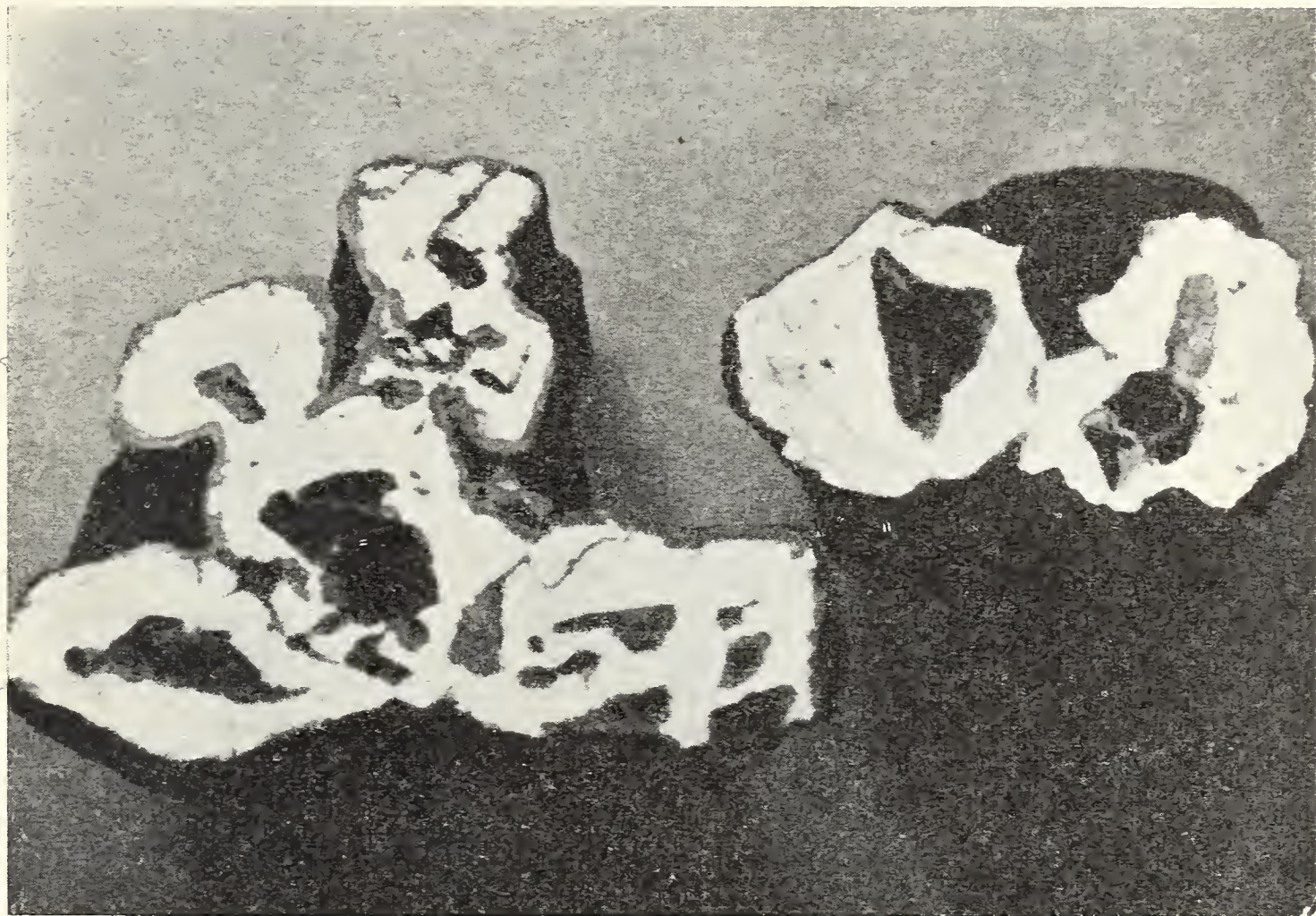



Fig. 1. — Sezioni lucide condotte normalmente o quasi, all'asse dei tuboli. In bianco è rappresentata la galena, mentre la debole zonatura grigia che circonda il solfuro di piombo è costituita da cerussite. Guardando attentamente il tubolo di destra, si può notare come l'attacco di struttura condotto con HBr conc., abbia messo in evidenza un accrescimento a zone attorno all'asse centrale. Inoltre si può osservare come siano completamente scomparsi dalle zone centrali dei tuboli i primitivi assi corallini, ora rappresentati da cavità a sezione sub-triangolare. Grandezza naturale, luce riflessa.

scimento a festoni fino a totale sostituzione dello stelo. Non mancano però casi in cui sulla parte convessa dei festoni di blenda colloidale siano piantati dei cristallini idiomorfi pure di blenda, ma color giallo chiaro, e la cavità in cui essi si sono sviluppati sia riempita da baritina.

In alcune sezioni ove era presente anche la pirite, si è potuto osservare molto bene l'ordine paragenetico dei tre solfuri in quanto

la pirite sostituiva la galena e la blenda sostituiva la pirite. Ci sono però anche delle zone in cui l'ordine è galena-blenda-pirite. Ambedue questi motivi rientrano comunque nella paragenesi fondamentale del giacimento, in quanto si hanno dei casi di deposizione ritmica blenda-pirite.

In alcuni campioni ove il processo di lisciviazione è stato meno intenso, abbiamo potuto osservare che la blenda si trova non soltanto nell'interno dei tuboli, ma anche all'esterno, determinando intensi processi di sostituzione sulla galena (Tav. IX, Fig. 1).

---

Fig. 2. — *Alcune fra le più comuni forme di tuboli, in sezione normale all'allungamento, osservate durante lo studio dei campioni alterati.*

1. - Esempio di un tubolo di galena con tre canali vuoti (originariamente tre steli di corallo successivamente sciolti dalle acque acide) attorno ai quali si possono notare ancora prodotti d'alterazione vari, per lo più cerussite (circa 2 ×).

2. - Esempio di due tuboli di galena aventi un solo orificio ciascuno. Nel tubolo più basso la sezione interna, anzichè essere rotondeggiante, ha forma di triangolo. Ciò dovrebbe essere in relazione col processo di cerussitizzazione, che è stato guidato dai piani di sfaldatura della galena e che ha quindi determinato la particolare sezione triangolare (Grandezza nat.).

3, 4, 5. - Altre sezioni diverse in cui la forma interna richiama grossolanamente quella esterna. Da notare il riempimento dei canali da parte di prodotti d'alterazione e l'irregolarità della forma esterna dei tuboli (circa 2 ×).

6. - Esempio di sostituzione operata dalla blenda rossa colloidale. La blenda penetra attraverso il tubolo, che sostituisce parzialmente, e raggiunge lo stelo corallino che sostituisce per intero. Al contatto tra galena e blenda è osservabile un sottile involucro di prodotti d'alterazione (circa 2 ×).

7, 9 - Esempi di tuboli di galena avvolti da blenda in fitte bande a diverso colore, ed aventi nella zona centrale baritina ed idrozincite (circa 4 ×).

8. - Esempio di tubolo di galena a tre steli allineati, con evidenti processi di sostituzione da parte di blenda, di minerali di ganga o di prodotti secondari (circa grandezza nat.).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
Galena
Blenda
Prodotti d'alterazione, minerali di ganga
Cavità

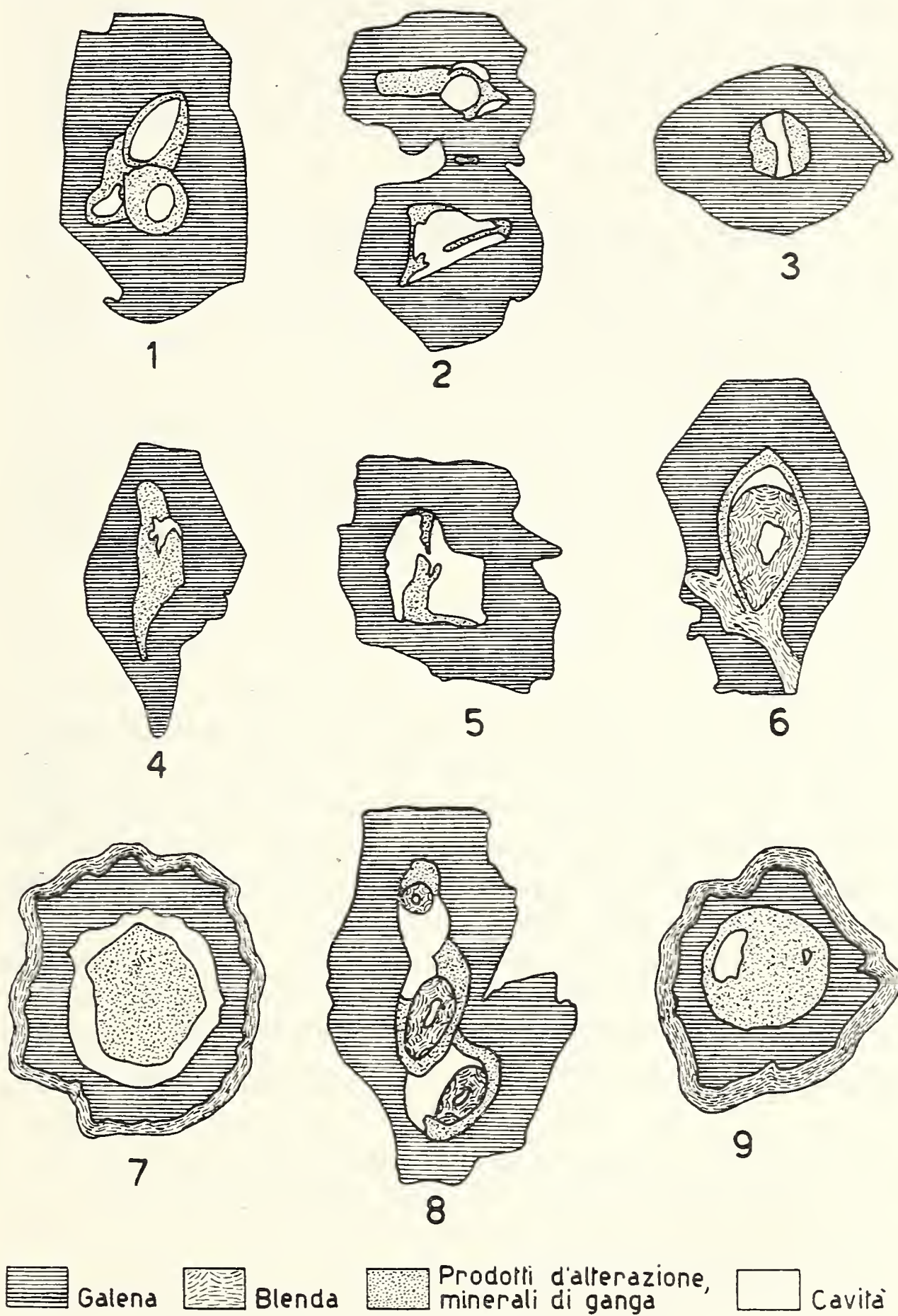



Fig. 2.

Alcune zone di blenda sono talora trasformate quasi totalmente in smithsonite. La conferma che queste plaghe siano costituite effettivamente da smithsonite è dimostrata in parte dai relitti di blenda in esse contenute, in parte dall' attacco con reattivo di Lowe (7). Esili spalmature di idrozincite compaiono nei più fitti aggregati tubolari.

*Pirite*

La pirite è di tipo metacolloidale, e può essere riferita a quella particolare varietà che va sotto il nome di melnicovite-pirite. L' avanzato processo di sostituzione da parte della goethite a carattere selettivo (alternanza di zone di goethite e di pirite) e la tipica struttura a « pianta di fortezza » depongono in favore.

Come posizione paragenetica rispetto agli altri minerali primari, la pirite si è depositata sicuramente dopo la galena perchè riveste in parte, sotto forma d' incrostazione, sia le superfici esterne che interne dei tuboli di questo minerale, ed in parte prima o contemporaneamente alla blenda.

*Minerali primari non metallici*

*Barite*

E' in quantità accessoria. Si rinviene di solito in cristallini ad abito tabulare ed in tessitura cellulare, di colore bianco vitreo, come riempimento o sostituzione nel canale centrale dei tuboli, o più spesso negli spazi vuoti fra i vari tuboli. E' associata comunemente alla blenda. Non mancano casi di una varietà di baritina colloidale che forma l' anello esterno dei tuboli.

Per quanto riguarda la posizione paragenetica della baritina, dal momento che i suoi cristallini si sono sistemati negli interstizi dell' aggregato tubolare, oppure nel canale centrale dei tuboli, si deve ritenere che essa sia posteriore alla deposizione dei minerali primari.

### Osservazioni sui campioni integri rinvenuti fra i livelli Madonna e Giovanni, cantiere Colonna principale

a) *Osservazioni macroscopiche*

Sono qui studiati i primi campioni di minerali tubolari che non provengono da cavità nella zona d' alterazione del giacimento: sono stati infatti raccolti a ridosso di un piano di faglia del sistema Abendblatt dal p. min. sig. Attilio Zender.

I tuboli, numerosi ed isoorientati in gruppi, risultano immersi in una massa di dolomite cristallina idrotermale, compatta, di colore biancastro ed aspetto leggermente saccaroide. Sul piano di faglia i tuboli sono stati cancellati, e la galena che li costituiva ha spalmato la superficie di scorrimento in modo da creare uno « specchio di piombo ».

Lo studio macroscopico è stato facilitato dal grande numero di tuboli presenti nei campioni, dalla loro diversa orientazione e dall' irregolarità delle superfici. Di contro, per essere i tuboli completamente immersi in dolomite, le osservazioni sono state eseguite sempre su sezioni più o meno estese, mai sull' intera superficie esterna dei tuboli (Tav. VII).

Interessanti per la varietà di forme risultano le sezioni tagliate normalmente, o quasi all' allungamento. Accanto a sezioni irregolari compaiono forme geometriche quasi perfette, quali il quadrato, l' esagono, il pentagono ed il triangolo. Il contorno dei tuboli, sia di quelli a forma irregolare che di quelli a forma regolare, risulta sempre ben delineato, a lati rettilinei o lievemente curvi; rari sono gli angoli smussati ed i lati frastagliati. Sono stati osservati dei tuboli a contorno irregolare i quali presentavano internamente una zona di forma perfettamente esagonale. Nei tuboli fratturati questa forma è più chiara perchè in tal caso le fratture, ed eventualmente le parti asportate, si arrestano al limite della zona esagonale.

I tuboli sono costituiti da galena, prevalente, pirite, blenda e dolomite disposti in gusci concentrici; tale motivo è chiaramente visibile nelle sezioni normali all' allungamento, la cui superficie media si aggira sul $cm^2$.

In particolare, iniziando dal centro delle sezioni e procedendo verso l' esterno, si nota:

— Una zona centrale di dolomite di colore bianco, a sezione circolare, del diametro di un millimetro circa.

— Un guscio di pirite dello spessore press' a poco di 100 micron, avvolto da un guscio di blenda rossa. In alcuni tuboli questi gusci non sono chiaramente visibili e può accadere che uno dei due sia assente. Se manca quello di pirite possono essere presenti due o tre gusci di blenda rossa o gialla di spessore variabile.

— Un guscio di galena. Costituisce di regola la maggior parte del tubolo. E' sempre presente. Può contenere sottili gusci di blenda rossa (precipitazione ritmica).

— Un guscio di pirite, avente uno spessore di pochi decimi di millimetro. E' quasi sempre presente.

Sono state osservate anche delle sezioni trasversali all' allungamento, costituite esclusivamente da galena e circondate dal guscio di pirite, prive dell' asse dolomitico e dell' involucro interno di pirite e blenda. Queste sezioni hanno di solito dimensioni minori di quelle normali. Molto probabilmente si tratta di sezioni tagliate nella parte terminale dei tuboli, dove la galena avvolge completamente l' estremità dello stelo carbonatico.

Nelle sezioni parallele all'allungamento sono state fatte le seguenti osservazioni:

— la forma è prismatica, abbastanza regolare;

— la lunghezza massima osservata è di 8 cm circa;

— la galena avvolge completamente l' asse carbonatico; in particolare la parte terminale del tubolo è rappresentata da una faccia inclinata e non normale all' allungamento;

— il tubolo, come pure l' asse dolomitico, non presenta in genere sensibili variazioni di spessore.

b) *Osservazioni microscopiche*

Durante lo studio microscopico di questa nuova serie di tuboli sono stati determinati i seguenti minerali metallici: *galena, blenda, melnicovite-pirite, dolomite.* Poichè le loro caratteristiche corrispondono perfettamente a quelle riportate in precedenza, ne omettiamo la descrizione, passando direttamente ad illustrare le strutture, tessiture ed i rapporti paragenetici.

Dall' interno all' esterno dei tuboli si osserva innanzi tutto una zona centrale costituita da dolomite, seguita da una prima deposizione centripeta di melnicovite-pirite in emisferule; quindi blenda con resti scheletrici di galena formante attorno alla zona centrale di dolomite un involucro rotondeggiante; poi un altro involucro di galena, ed infine melnicovite-pirite con blenda.

Volendo ricostruire il processo metallizzante, si può dire che per prima si depositò la galena, sostituendo quasi per intero anche lo stelo. Poi giunse la blenda che sostituì in parte la galena occupante lo stelo, arrestandosi alle forme primarie di questa (galena scheletrica). Nella fascia di contatto fra questa blenda e la galena non sostituita esiste una ben definita fronte di sostituzione. Quindi giunse la

melnicovite-pirite che si depositò sia nelle parti interne che in quelle esterne dei tuboli. Forse l' asse del tubolo poteva essere vuoto e successivamente riempito da dolomite. La blenda di tipo colloidale che ha parzialmente sostituito la galena, ha formato attorno a ciascun elemento primario di questa delle micrococcarde.

I motivi mineralogici presentati da questa nuova serie di tuboli sono in sostanza del tutto simili a quelli descritti per i tuboli alterati, per cui riteniamo trattarsi di uno stesso fenomeno. Unica differenza fra le due serie di campioni è che i tuboli integri sono ancora immersi nella loro ganga originaria, mentre in quelli alterati la ganga è stata asportata e sono subentrati fenomeni d' alterazione, quali la carbonatizzazione dei solfuri di Pb e Zn, la goethitizzazione delle piriti ed altri fenomeni secondari.

## Campioni di calcare con coralli provenienti dal XVIII° Livello Clara, recette del Pozzo Clara

Nel calcare metallifero incontrato al XVIII° livello Clara, sono stati rinvenuti, come si disse, alcuni ceppi corallini (campioni collezionati nel Museo della Miniera a Cave del Predil), di cui riportiamo le fotografie nelle figure della Tav. VIII ed in Fig. 3.

Nella letteratura geologica riguardante il Tarvisiano non sono citati simili fossili per il calcare metallifero del Ladinico superiore. Gortani segnala la presenza nella « Dolomia infraraibliana » di diplopore e gasteropodi, e non accenna a ritrovamenti di coralli (10). Anche quegli studiosi che si sono occupati della specifica zona di Raibl non fanno cenno della presenza di formazioni coralline.

Si tratta in genere di ceppi corallini isolati, di modeste dimensioni, e molto rari a rinvenirsi nel giacimento.

a) *Descrizione macroscopica*

I coralli si distinguono sempre nettamente in seno al calcare incassante per la diversità di colore: costantemente bianchi i primi, in prevalenza grigio il secondo. Come si può osservare anche dalle fotografie, gli individui corallini sono numerosi, vicini fra loro e ben ramificati. Hanno la forma di bastoncini dello spessore medio intorno a 6-7 millimetri e lunghezza di parecchi centimetri. Si presentano rettilinei o leggermente curvi e sono in genere isoorientati in gruppi.

Nei punti di contatto fra i vari elementi dell' impalcatura si originano dei noduli di spessore anche triplo. Non sono stati notati resti di strutture organiche che permettano di classificare questi ceppi corallini, il che, d' altronde, è comprensibile data la trasformazione operata dalla diagenesi.

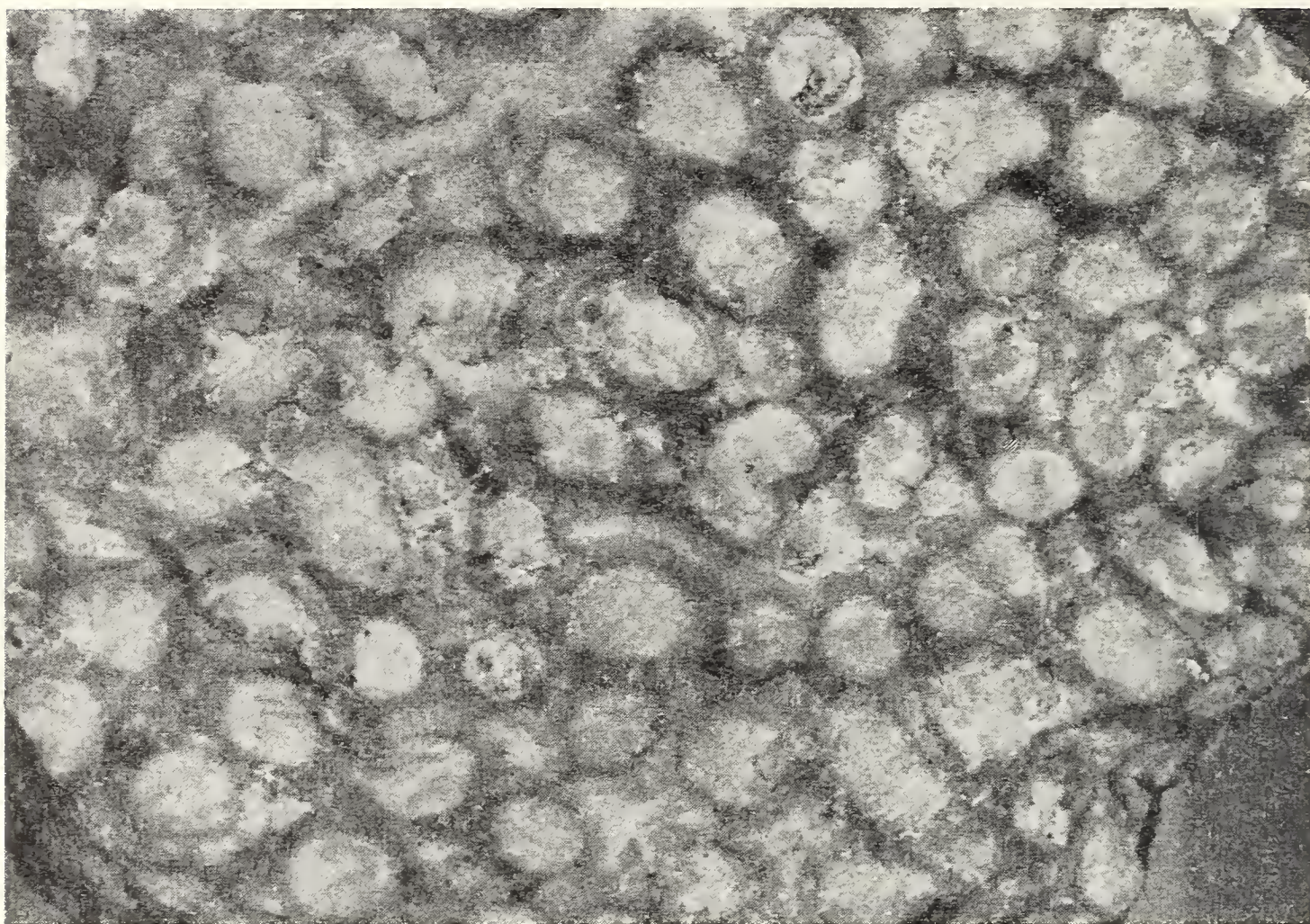



Fig. 3. — Sezione normale all' allungamento degli steli corallini dei campioni rappresentati nella Tav. VIII. Anche in questo caso valgono le stesse considerazioni esposte nelle didascalie delle due citate figure. (Grandezza appena superiore al nat.).

Göbl riporta nella sua pubblicazione sul giacimento di Raibl una fotografia molto simile alle nostre asserendo trattarsi, in accordo con Pošepny, di alghe del genere Lithodendron (famiglia delle Corallinacee) ([1]).

---

([1]) La prof. Carla Rossi-Ronchetti, che ha cortesemente esaminato i campioni, ritiene che si tratti di varietà di coralli e non di corallinacee, senza poter dare maggiori precisazioni a causa dello stato di conservazione dei fossili.

b) *Studio al microscopio*

Dallo studio delle sezioni lucide e sottili risulta che i coralli in esame e la massa cementante sono costituiti esclusivamente da un aggregato di granuli di calcite in tessitura pavimentosa. Anche le caratteristiche ottiche sono molto simili, ad eccezione del colore dei riflessi interni che per i primi è biancastro, mentre per i granuli della massa cementante è nei toni del grigio. Per quanto poi riguarda la grana, si deve rimarcare che essa è di poco più grossa ed eterogenea per i coralli, più minuta ed omogenea per il calcare.

Interessante risulta lo studio delle sezioni sottili. Osservando a piccolo ingrandimento, si distingue abbastanza nettamente il limite fra l' elemento corallino e la massa circostante. Nelle sezioni tagliate normalmente all' allungamento si può osservare una struttura a zone concentriche, più o meno ampie, messa in evidenza o dalla diversità di grana della calcite oppure da una tessitura radiale dei cristalli di una zona rispetto alle altre. Il limite fra una zona e l' altra non sempre è netto ed è visibile di norma osservando con piccolo ingrandimento.

Procedendo dall' esterno verso l' interno del corpo corallino si nota una sottile zona costituita da un aggregato di piccoli granuli di calcite che rappresenta il limite esterno del corallo. Se manca questa zona allora i granuli di calcite del corallo si confondono con quelli della massa cementante. Segue una seconda zona più interna caratterizzata da calcite comunemente in cristalli a tessitura radiale, e poi una terza zona di calcite in cristalli spesso idiomorfi e di grandezza superiore al normale, con spazi vuoti fra i cristalli. L' asse dei coralli infine risulta di regola costituito da un aggregato di granuli eterodimensionali di calcite, disposti senz' alcuna orientazione.

## Ipotesi sull'origine della galena tubolare

I vari studiosi che si sono occupati delle formazioni tubolari di Raibl sono concordi nel ritenere che esse si siano originate per deposito di galena, e subordinatamente di blenda e pirite, attorno ad elementi carbonatici precedentemente formati, interpretati come stalattiti. Pošepny è stato il primo ad esporre quest' ipotesi (12), avendo notato che una gran parte dei tuboli pendeva sempre dal tetto di alcune cavità, a guisa di stalattiti. Fattori che vanno in favore di una

tale ipotesi sono: la posizione e la forma dei tuboli, la presenza in essi di un canale centrale vuoto, il ricorrere di cavità in una massa carbonatica. Secondo l'ipotesi di Pošepny, acque bicarbonatiche avrebbero dunque generato nelle cavità le stalattiti, mentre in seguito soluzioni contenenti i sali di Pb, Zn e Fe, seguenti le stesse vie di passaggio, avrebbero deposto gusci successivi di galena, blenda e pirite attorno alle originarie stalattiti calcaree. La presenza poi di tuboli sul fondo delle grotte sarebbe imputabile — sempre secondo lo stesso Autore — ad un « distacco » delle stalattiti dal tetto in seguito all'aumentato peso. Ciò spiegherebbe anche il ritrovamento di tuboli deformati e rotti.

Possiamo dire che se il caso non avesse fornito i campioni integri dei tuboli ed i ceppi di coralli, ben poche prove per confutare la ipotesi sopra esposta sarebbero state in nostro possesso, quali ad esempio la costanza, entro certi limiti, delle dimensioni dei tuboli, la loro forma prismatica (le stalattiti normali infatti terminano a punta), la presenza di ramificazioni, la sospetta mancanza di stalagmiti Pošepny infatti non ne parla).

Dal punto di vista cronologico poi, l'ipotesi di Pošepny non è accettabile perchè riferirebbe di necessità la genesi dei tuboli ad un periodo molto recente, in cui già esisteva l'assetto attuale del Piccolo M. Re, in netto contrasto con l'epoca di formazione del giacimento che viene riferita all'Oligo-Miocene.

Dal punto di vista infine minerogenetico, non è neppure accettabile una rimessa in moto recente del minerale, perchè l'ordine di deposizione dei solfuri nei tuboli rispecchia fedelmente quello dello intero giacimento.

Non vogliamo con questa nostra critica diminuire l'importanza dello studio di Pošepny, ma desideriamo anzi rimarcare l'acutezza delle sue vedute in quanto egli aveva notato che il problema della genesi delle forme tubolari di galena implicava il problema dell'origine degli assi calcarei, i quali avevano avuto la funzione di supporto per la deposizione dei solfuri. Noi pure siamo perfettamente convinti che le strutture tubolari di galena riproducano strutture preesistenti.

La possibilità di disporre di un gran numero di campioni, in base anche ai recenti ritrovamenti, le sistematiche osservazioni macroscopiche e microscopiche in luce riflessa e trasmessa, il ritrovamento di ceppi corallini in seno alla massa calcarea del Piccolo M. Re, permettono di sostenere che la deposizione dei solfuri è stata « control-

lata » dai ceppi di coralli immersi nel calcare. Si tratta quindi di un processo di sostituzione selettiva, come cercheremo di dimostrare in dettaglio.

E' noto che durante i processi di sostituzione in rocce solubili la presenza di impurezze fisiche e chimiche in seno alla roccia determina un « controllo » delle soluzioni metallizzanti e la conseguente deposizione di minerali. Lenti di calcare marnoso in seno ad un calcare puro vengono mineralizzate; fossili calcarei aventi struttura a grana fine in seno ad una massa calcarea a grana più grossa sono più facilmente mineralizzati che non il calcare incassante stesso, e molti altri esempi di questo genere si potrebbero portare (5). Nel giacimento di Raibl sappiamo che la mineralizzazione è legata alle faglie, dove costituisce forme filoniane, oppure, se le faglie sono intersecate da fratture minori, forme colonnari (3). Le strutture tubolari sono inserite in quella vasta mineralizzazione del giacimento che va sotto il nome di Colonna Principale e che è compresa fra le faglie Abendblatt e Morgenblatt. In essa erano localizzate le grotte in cui furono rinvenuti i campioni studiati da Pošepny (zona superiore), in essa sono stati rinvenuti i campioni integri da noi studiati (zona medio-superiore).

In questo settore le soluzioni hanno abbandonato la faglia ed hanno sostituito lateralmente per molte decine di metri il calcare incassante, dando luogo a frequenti tessiture a coccarda ed a festoni. Di norma il nucleo delle coccarde è costituito da un resto di calcare più scuro di quello incassante, oppure da frammenti di minerali preesistenti. Ora noi sosteniamo che *i minerali tubolari di Raibl altro non sono che coccarde formatesi attorno a steli corallini per sostituzione del calcare incassante*, e che la loro genesi può essere quindi ricondotta ad un processo di sostituzione selettiva. L' esame di dettaglio eseguito sui ceppi corallini rinvenuti al XVIII° livello ci mostra come lo stelo sia costituito da una serie di involucri calcitici a grana diversa e talora porosa. Questo motivo si può rivedere nei tuboli di galena. Anzi possiamo dire che la parte più interna di questi tuboli, costituita da blenda che sostituisce galena (micrococcarde di blenda attorno a resti di galena), corrisponde alla zona più porosa dei coralli, unica via rimasta per il passaggio del solfuro di zinco. Il processo metallizzante si è iniziato con la deposizione di galena attorno all' elemento corallino, quindi di blenda all' esterno del tubolo ed all' interno (cioè nella zona di contatto fra la galena e lo stelo e nella zona porosa di questo), infine di pirite sopra a blenda esterna e fra la blenda interna

e la parte centrale dello stelo. Il calcare che costituiva lo stelo di corallo, nei tuboli di galena integri, risulta sostituito da dolomite, mentre in quelli alterati è stato sciolto da acque acide circolanti nel sottosuolo.

Resta da spiegare la forma esterna dei tuboli di galena che abbiamo detto essere prismatica a sezione prevalentemente esagonale oppure quadrata o triangolare. Ci risulta che la galena si è depositata come metacolloide e come tutti gli altri minerali del giacimento separatisi in queste condizioni, ha subito in seguito un processo di cristallizzazione. Le forme prismatiche sono giustificate se si tiene conto delle caratteristiche cristallografiche della galena.

La paragenesi dei minerali costituenti i tuboli rispecchia fedelmente quella di tutto il giacimento, e convalida l' ipotesi che i tuboli siano coccarde di sostituzione. Essa appartiene alla II[a] fase metallizzante, I[a] venuta.

Abbiamo già dimostrato che i tuboli integri corrispondono fedelmente ai tuboli alterati rinvenuti da Pošepny e completamente liberi da ganga. Questi tuboli sono liberi da ganga perchè si trovavano nella zona superiore del giacimento, interessata da notevoli fenomeni di ossidazione per « descensum », ove le acque acide avevano sciolto il calcare generando grotte e rendendo liberi anche i tuboli di galena, minerale questo che sappiamo resistere molto bene alle azioni ossidanti. L' ipotesi quindi che i tuboli di galena siano delle stalattiti, per i risultati raggiunti dal nostro studio, cade definitivamente.

## Strutture microscopiche di galena tubolare e tessiture

Durante lo studio da parte di uno di noi (di Colbertaldo) di alcune sezioni lucide ricavate da campioni raccolti nel giacimento piombo-zincifero di Salafossa, nelle Alpi Orientali (6), sono stati notato dei « germi » di galena dall' aspetto di bastoncini esilissimi, ramificati secondo rette orientate come gli assi di un cubo o di un ottaedro, immersi entro la blenda colloidale. Per avere una visione esatta della loro disposizione nello spazio e date le loro minuscole dimensioni, sono stati osservati in immersione in olio di cedro a fortissimo ingrandimento con il dispositivo ultropaco di Leitz. Questi « germi » presentano una sezione triangolare, quadrata ed esagonale,

hanno perfetto sviluppo rettilineo e continuità nello spazio. Alcuni hanno lungo l' asse mediano un foro a sezione rotondeggiante oppure esagonale. Le dimensioni di queste forme sono, senza eccezioni, di ordine microscopico. I « germi » di galena non sono esclusivi del giacimento di Salafossa. Infatti anche nello studio di sezioni lucide provenienti dal Cantiere Udo del giacimento di Raibl, di Colbertaldo ha notato e descritto (4) resti di galena del tutto simili — tranne per il foro assiale — a quelli di Salafossa; si tratta cioè, di sottilissimi bastoncini di galena, della lunghezza di una decina di micron, a sezione poligonale (di solito esagonale) « allineati nello spazio in rette ben definite, parallele fra loro, in gruppi incrociantisi con altri, secondo angoli che corrispondono a quelli fra i piani di sfaldatura della galena ». Forme simili sono pure quelle che noi abbiamo segnalato nell' anello di blenda internamente ai tuboli di galena integri. In dettaglio abbiamo osservato come il processo di sostituzione sia regressivo dalla parte interna del tubolo verso quella esterna. All' interno, dove cioè ha assunto il massimo sviluppo, i resti di galena nella blenda sono prismetti con la nota orientazione; più verso l' esterno i prismetti diventano irregolari e fanno passaggio a plaghe sempre più grandi fino alla galena integra. Siamo convinti che la sostituzione ha demolito la galena seguendo in modo regressivo quello che era stato il motivo di accrescimento del solfuro di piombo. Con ciò vogliamo dire che la galena iniziò a separarsi in forma di germi prismatici identici a quelli rimessi in luce dal processo di sostituzione. A tale proposito ricorderemo come di Colbertaldo abbia dimostrato in un suo recente studio (4) che, se un colloide sostituisce un cristalloide, la sua azione si arresta contro le strutture primarie secondo cui si era separato il cristalloide; rimangono pertanto entro il colloide dei relitti di palasoma, testimoni del processo avvenuto. Nel nostro caso il colloide è la blenda, il cristalloide la galena. Siamo quindi in un ambiente di sostituzione particolare. La ragione per cui la sostituzione della galena ad opera della blenda si arresta contro le sue strutture primarie, probabilmente è dovuta al fatto che i germi di galena presentano un grado di cristallizzazione più elevato che non l' intero cristallo che si è sviluppato su di essi. « La resistenza alla sostituzione offerta da questi elementi primari di galena è dunque molto forte e dovrebbe essere ricercata nella loro intima struttura molto compatta, favorita

da una deposizione rapida da soluzione localmente molto concentrata ». Questa ipotesi a proposito di « germi » di galena del cantiere Udo di Raibl e Salafossa è perfettamente valida anche per le forme ramificate rinvenute entro i tuboli di galena.

Resta ancora un' incognita: la particolare forma dei « germi » di galena alcuni dei quali presentano un foro lungo l' asse, a sezione circolare od esagonale, e la loro orientazione nello spazio secondo le direttrici cristallografiche della galena. Sulla scorta dei risultati ottenuti dallo studio dei tuboli, abbiamo pensato anche che i « germi » di galena avessero un' origine simile. La galena avrebbe formato delle micrococcarde attorno per esempio a spicule di certe spugne che presentano un forellino centrale e si associano in particolari impalcature secondo maglie cubiche (Dictionine). Su questa struttura prismatica sarebbero poi cresciuti i cristalli maggiori. In tal modo sarebbe spiegata la forma dei « germi », il foro centrale, la loro distribuzione nello spazio e l' arresto contro di essi del processo di sostituzione operato dalla blenda. Quest' ipotesi non può trovare molto credito in quanto finora non ci risulta che spugne di tal genere incrostino regolarmente gli steli dei coralli.

*Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell' Università di Milano, Sezione IV del Centro nazionale per lo studio geologico e petrografico delle Alpi (CNR),*
*Raibl Soc. Mineraria del Predil, Ufficio Geologico, Udine, dic. 1962.*

## Riassunto

In questa nota sono presi in considerazione gli stessi campioni di galena che furono oggetto di studio da parte di Pošepny nel 1873 ed interpretati da questo Autore come forme stalattiche nella zona di ossidazione del giacimento di Raibl. Il recente fortunato ritrovamento, nei cantieri della Colonna Principale della Miniera di Raibl, di una metallizzazione primaria con tuboli di galena totalmente immersi nella ganga dolomitica, del tutto simili nella forma a quelli studiati da Pošepny, e di ceppi di coralli nel calcare metallifero incassante, ha permesso di stabilire che questi minerali tubolari altro non sono che un prodotto di sostituzione selettiva dei ceppi corallini da parte della galena. Le ricerche microscopiche condotte su numerose sezioni lucide e sottili hanno definitivamente confermato questa ipotesi. Il canale centrale vuoto, a sezione circolare, che percorre per intero i singoli elementi di galena rinvenuti da Pošepny,

è dovuto alla dissoluzione del ramo di corallo da parte di acque acide discendenti, nella zona di ossidazione del giacimento.

La nota prende anche in considerazione forme simili di galena, ma di grandezza microscopica, sulla cui genesi per ora si possono solo formulare delle ipotesi.

## BIBLIOGRAFIA


(1) BASTIN E. S. - *Interpretation of ore textures* - Geol. Soc. of. Am., N. Y. 1950.

(2) CAROZZI A. V. - *Microscopic Sedimentary Petrography* - J. Wiley Sons Inc. N. Y., London, 1960.

(3) COLBERTALDO D. (di) - *Il giacimento piombo-zincifero di Raibl in Friuli (Italia)* - Memoria presentata alla XVIII Sess. Congr. Geol. Inter., Londra 1948.

(4) COLBERTALDO D. (di) - *Strutture e tessiture di blenda, galena, pirite, in alcuni giacimenti delle Alpi Orientali* - Memoria, Centro Studi di Petrografia e Geologia del CNR presso l' Univ. di Padova, 1955.

(5) COLBERTALDO D. (di) - *Corso di giacimenti* - Vol. I: *Parte generale e giacimenti di Pb-Zn-Ag* - CEDAM, Padova, 1957.

(6) COLBERTALDO D. (di) - FRANCESCHETTI G. - *Il giacimento piombo-zincifero di Salafossa* - Atti XXI Sess. Congr. Geol. Inter., Copenhagen, 1960.

(7) COLBERTALDO D. (di) - *Sul riconoscimento della cerussite e smithsonite in sezione lucida* - Rend. Soc. Min. It., 1962.

(8) EDWARDS A. B. - *Textures of the ore minerals* - Melbourne Australasian Inst. of Min. a. Met., 1947.

(9) GÖBL W. - *Geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Raibl nebst Bildern von den Blei-und Zink-Lagerstätten in Raibl* - Herausgegeben vom K. K. Ackerbauministerium, Wien, 1903.

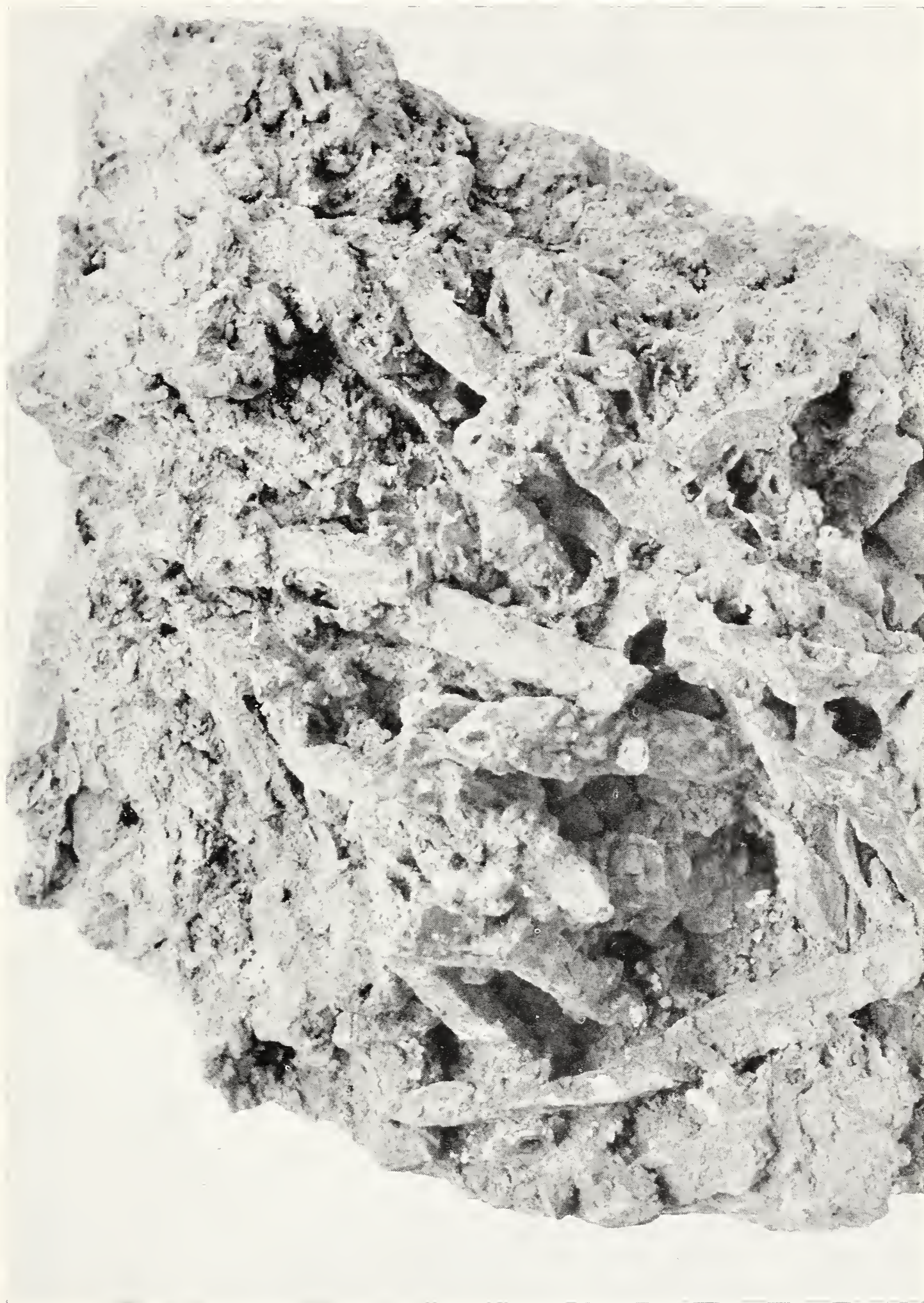
(10) GORTANI M. - *Rilevamento geologico dei dintorni di Tarvisio, parte prima* - Mem. R. Acc. Scienze Ist. di Bologna, 1936.

(11) MARINELLI O. - *Raibl e le sue miniere* - « In alto », Cronaca della Società alpina friulana, 1892.

(12) POŠEPNY FR. - *Die sogenannten Röhrenerze von Raibl* - Verhandl. der K. K. geologischen Reichsanstalt, Wien, 1873.

(13) RAMDOHR P. - *Die Erzmineralien und Ihre Verwachsungen* - Berlin, 1960.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VI

Uno fra i più completi e significativi campioni di galena tubolare, probabilmente riferibile al periodo degli studi condotti da Pošepny nel 1873 e conservato nel Museo della Miniera di Raibl. Il campione è costituito da un aggregato di tuboli di galena quasi per intero spogli della ganga dolomitica, da cui furono liberati in seguito a processi di lisciviazione (Grandezza 2/3 del nat.).

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VII.

Figg. 1. e 2. — La foto n° 1 rappresenta in grandezza 1/3 del naturale il campione di tuboli integri rinvenuto nel 1956 nel Cantiere Colonna Principale, fra il livello Madonna e Giovanni; la foto n° 2 è un particolare della foto n° 1 in grandezza 2/3 del naturale. In questo campione si vedono molto bene i tuboli in sezioni per lo più normali all'allungamento e le loro caratteristiche forme quadrate, esagonali, triangolari, nonchè lo stelo bianco dolomitico al centro. Il cemento è costituito da dolomite idrotermale pura. Si tratta chiaramente di un esempio di sostituzione selettiva di ceppi corallini da parte di galena. Le forme illustrate dalla fotografia richiamano da vicino quelle che abbiamo descritto ed illustrato per i campioni alterati studiati da Pošepny.

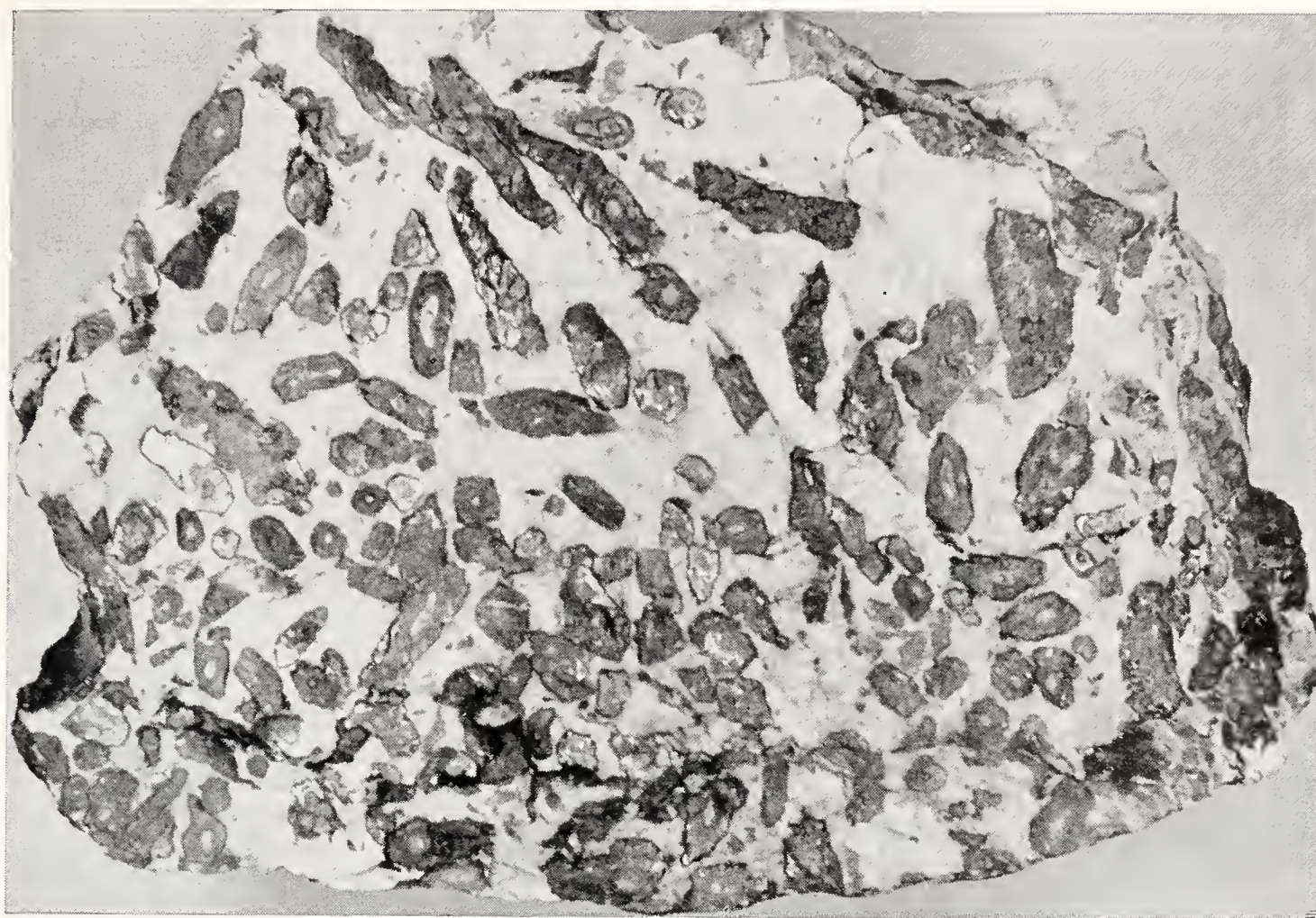



Fig. 1.

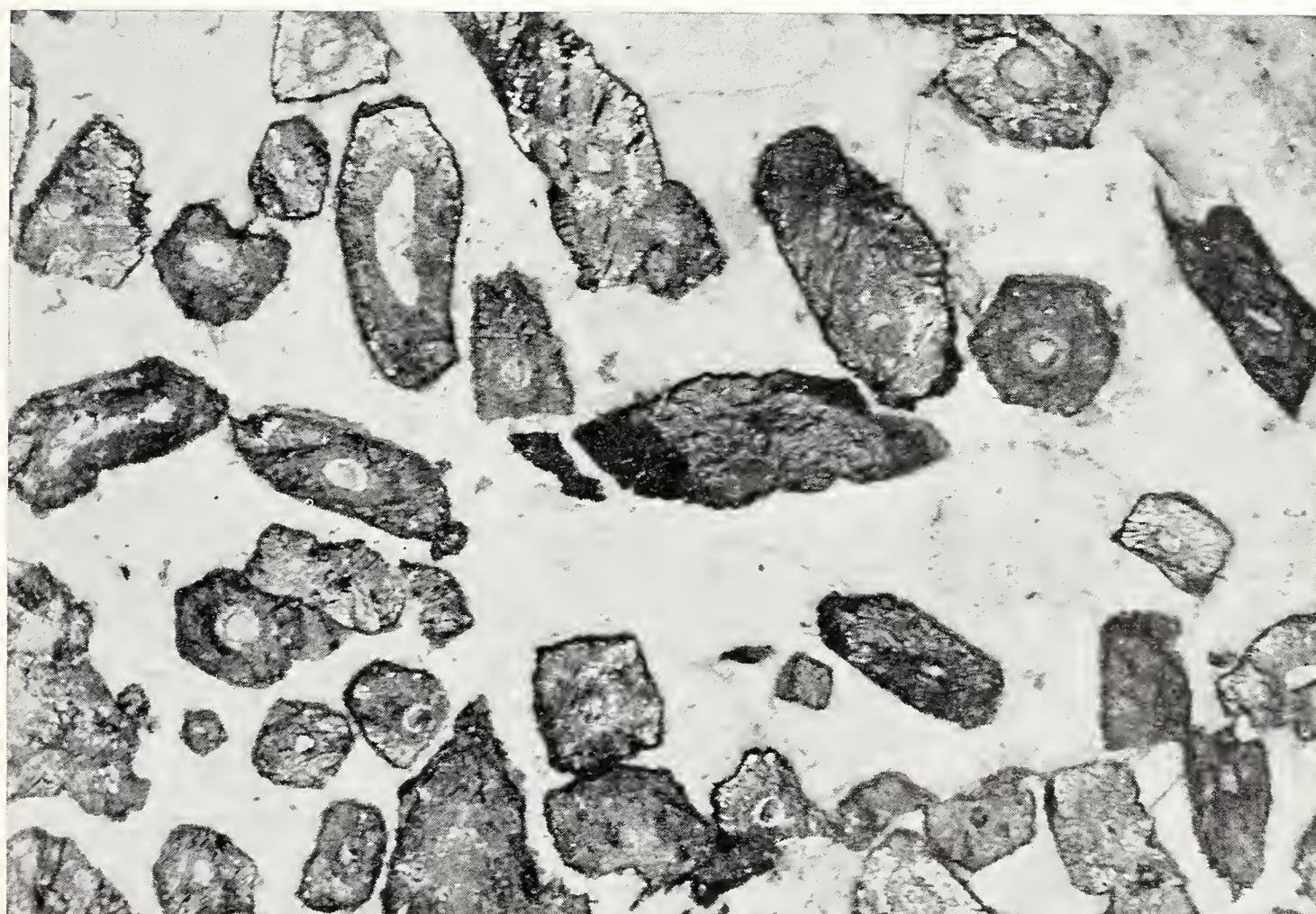



Fig. 2.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VIII.

Figg. 1. e 2. — Due esempi di ceppi di coralli nel calcare metallifero del XVIII livello, recette del Pozzo Clara, conservati nel Museo della Miniera a Cave del Predil. Le forme di questi coralli e la loro disposizione richiamano da vicino quelle dei tuboli di galena. Questi fossili si distinguono sempre nettamente dal calcare grigio incassante per la loro colorazione bianca (circa 1/2 del nat.).

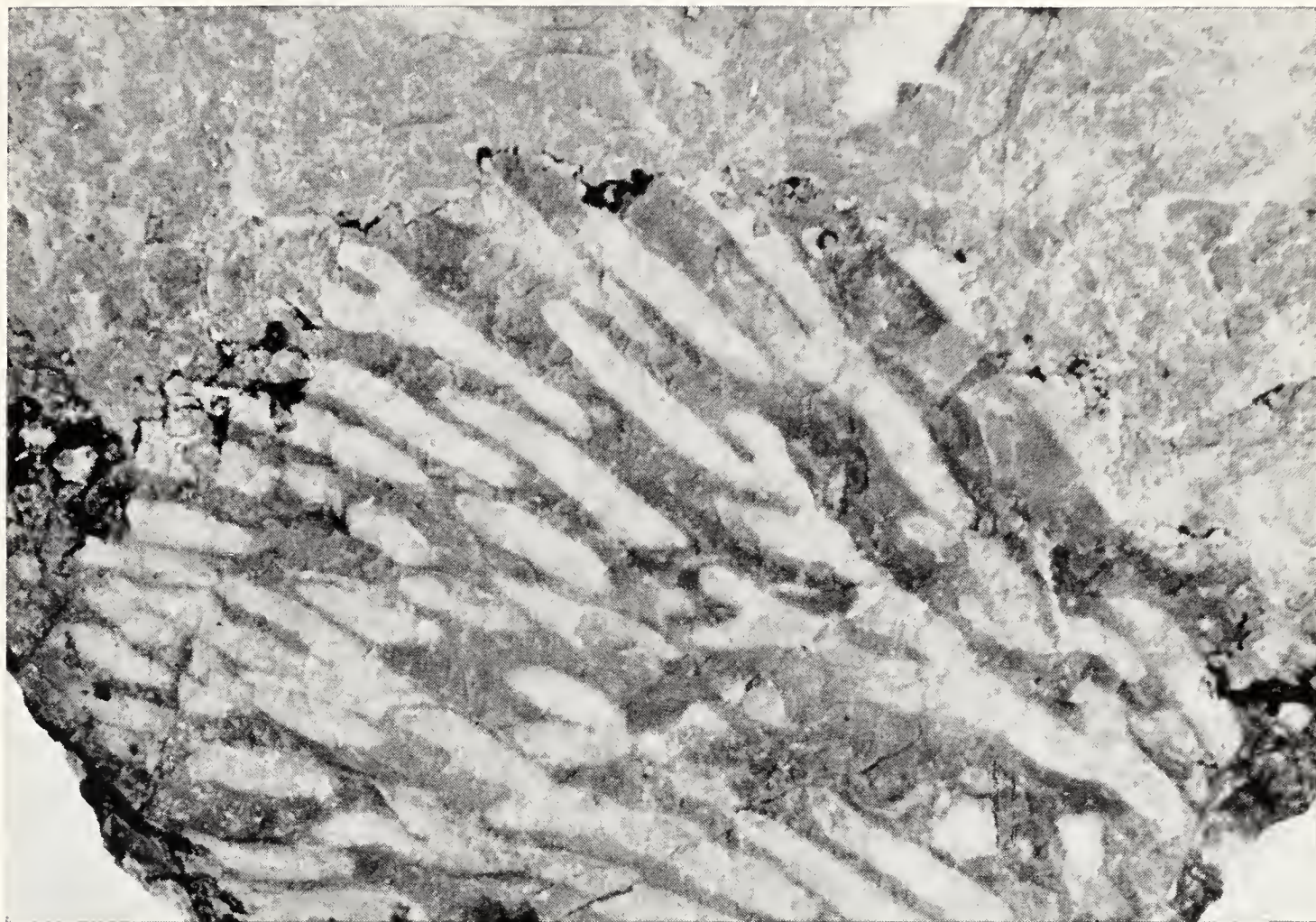



Fig. 1.

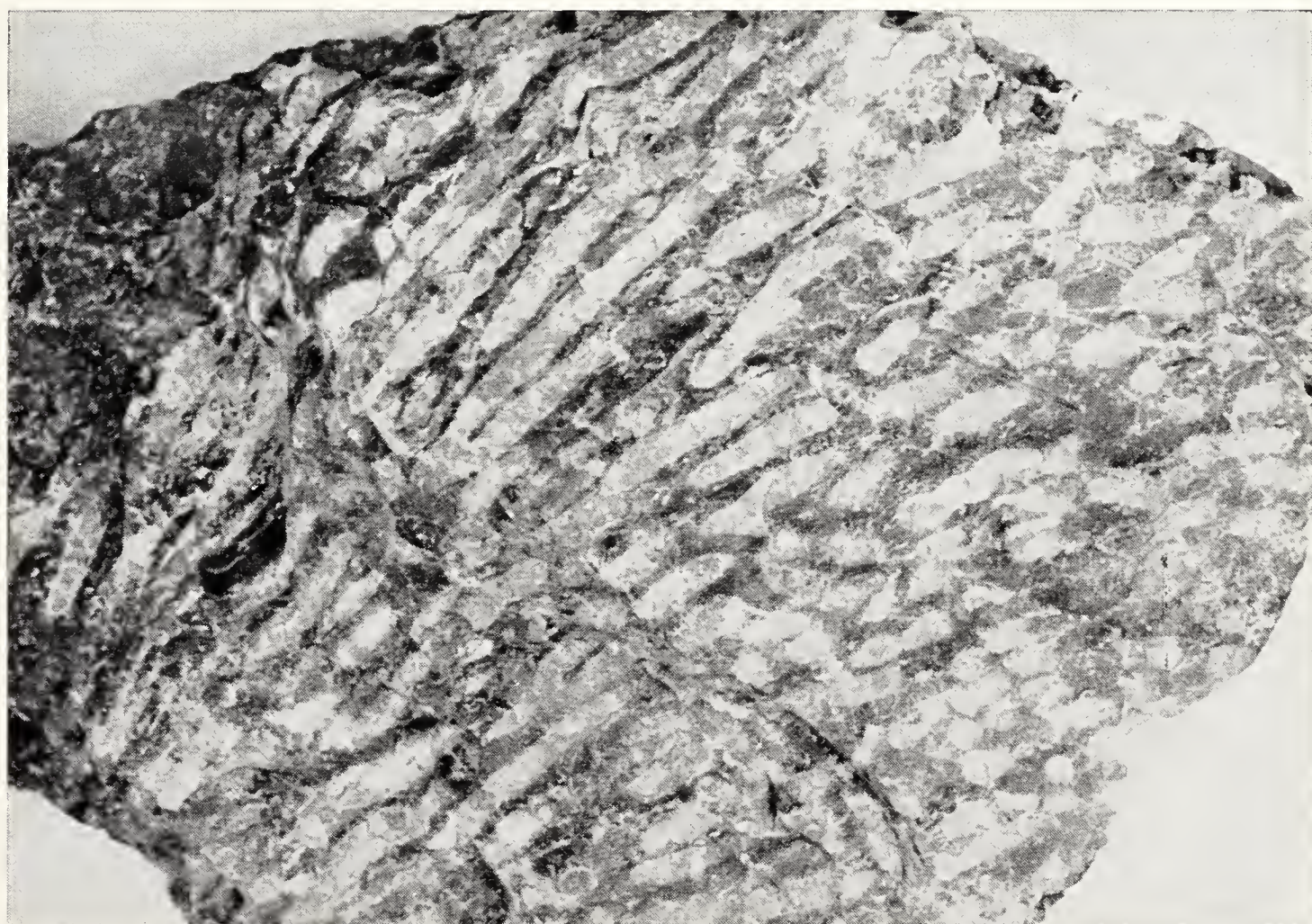



Fig. 2.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA IX

Fig. 1. — Sezione lucida di tuboli di galena (zone nere) immersi in blenda rossa. In questo caso la blenda ha sostituito il calcare incassante formando coccarde attorno ai tuboli e talora anche determinando in essi fenomeni di sostituzione. La parte centrale di alcuni tuboli di galena, di colore bianco, è costituita da baritina e talora da idrozincite. Alcuni anelli bianchi delle coccarde di blenda sono pure costituiti da baritina (grandezza circa nat.).

Fig. 2. — Micrografia di germi di galena immersi nella blenda gialla colloidale di Salafossa. La micrografia è stata scattata col dispositivo utropaco a nicol incrociati. E' così possibile seguire per breve tratto in profondità lo sviluppo di questi germi e stabilire che essi sono costituiti da bastoncini a sezioni quadre, triangolari, esagonali, di dimensioni molto piccole (lunghezza: una decina di micron; spessore: qualche micron). In questo caso il loro perfetto orientamento secondo le direttrici cristallografiche della galena ed il loro abito così ben definito, sembrano non deporre in favore di un processo di sostituzione (Sezione lucida, Nicol +, 1000 × circa).

Fig. 1.

Fig. 2.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA X.

Fig. 1. — Dettaglio della Fig. 2 rappresentata nella tavola precedente, osservato a 600 ingrandimenti ed a nicol +. In questa immagine si può notare molto bene come i singoli rametti di galena siano appoggiati di fianco ed alternativamente sul ramo più lungo, di cui si può seguire un tratto in profondità. Poichè il ramo è inclinato rispetto alla superficie ed affiora in basso a destra, è possibile vedere chiaramente come la sua parte centrale sia percorsa da un canale vuoto a sezione circolare od esagonale.

Fig. 2. — Germi di galena ingranditi circa 1500 volte. E' chiaramente visibile il foro centrale a sezione poligonale, per lo più esagonale. Sezione lucida, Nicol +.

Fig. 1.

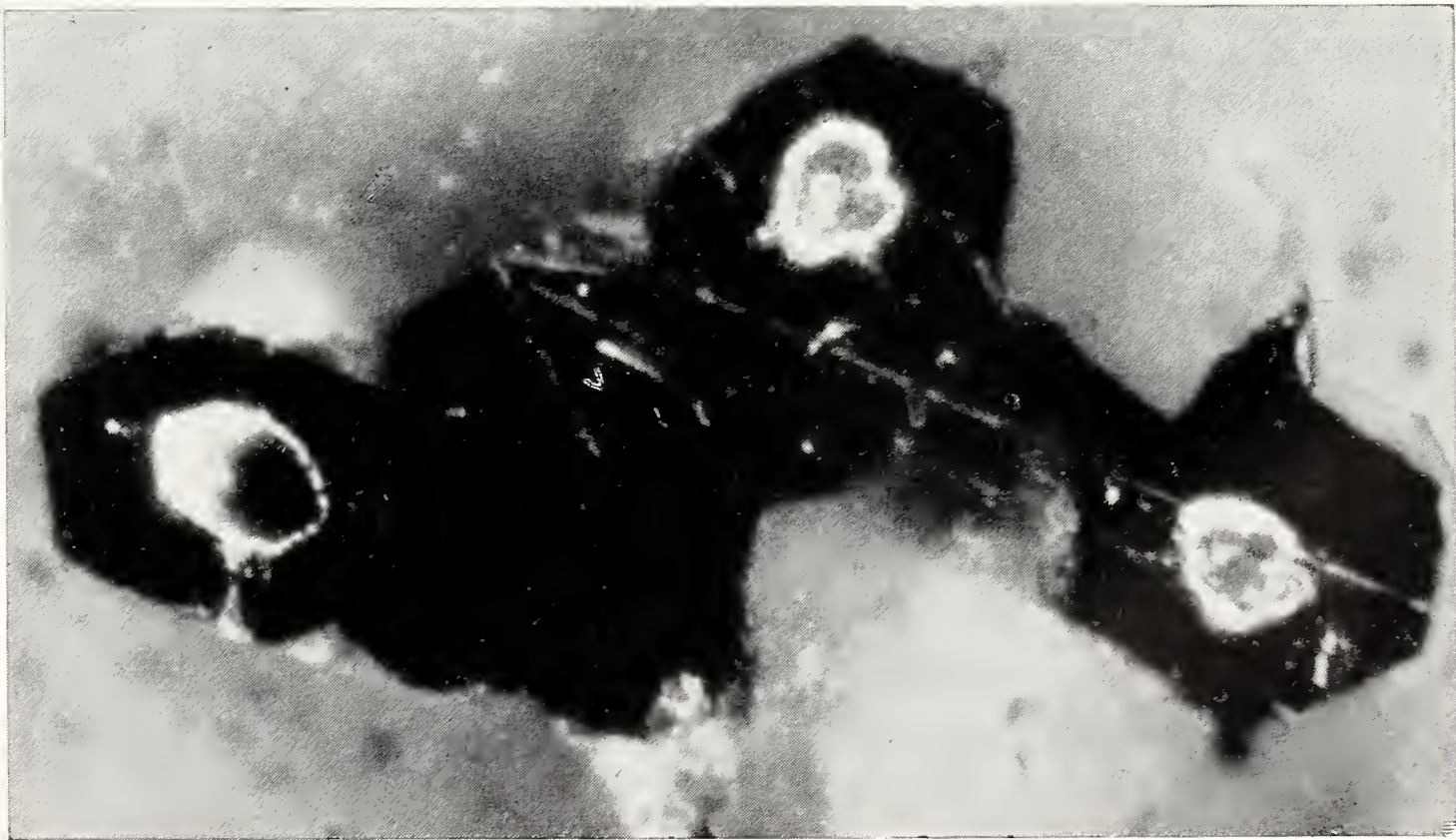
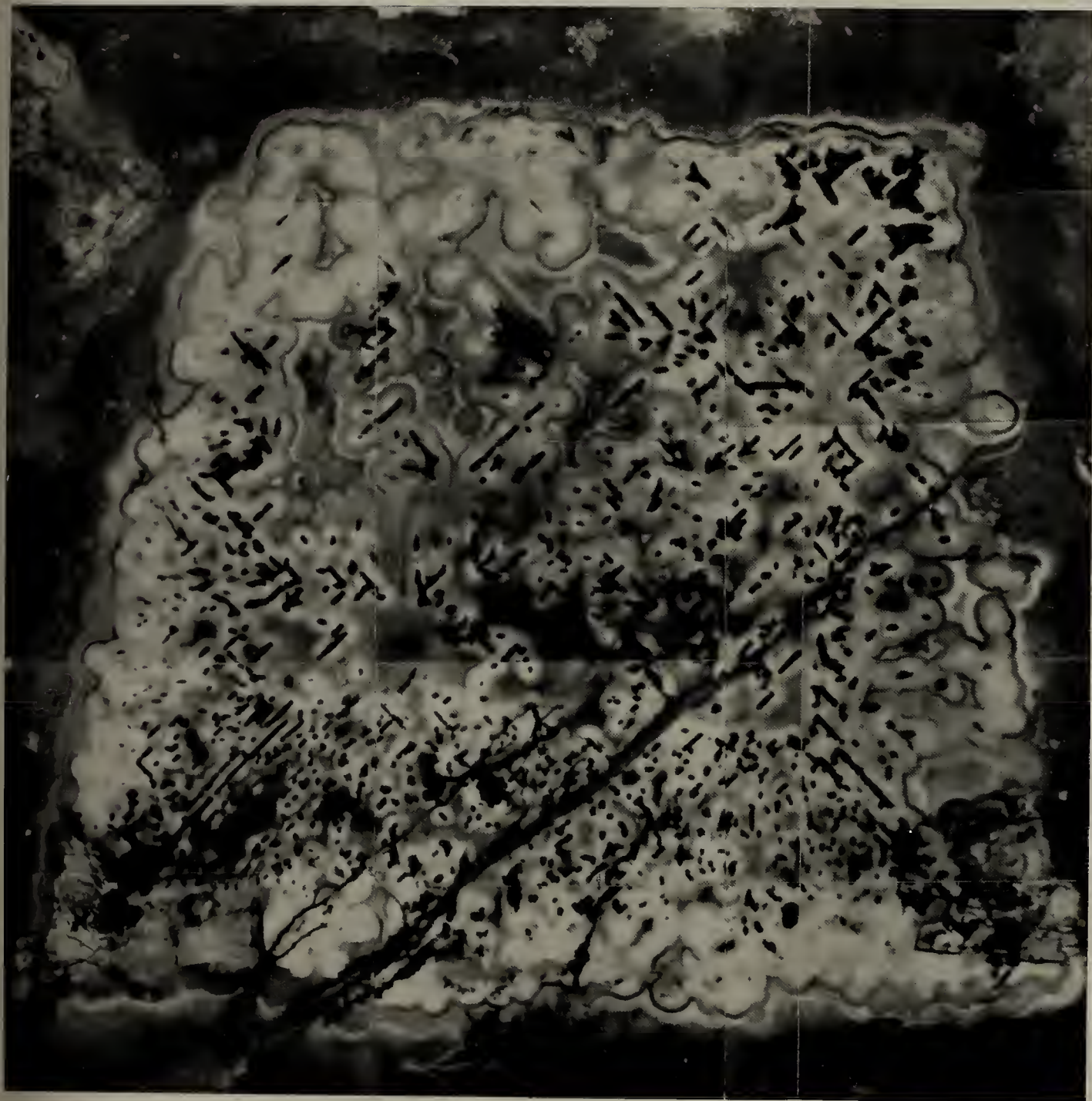



Fig. 2.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XI.

Esempio di pseudomorfosi per « sostituzione guidata » operata da blenda colloidale su di un cubo di galena in una sezione lucida proveniente da Salafossa. Le zone più scure e più chiare nella blenda dicono anche che l' originario cubo di galena si era sviluppato con accrescimento a zone. I resti di sostituzione di galena (bastoncini neri) sono degli elementi del tutto simili a quelli che abbiamo descritto nelle Tavole IX e X. Di fronte ad un quadro di questo genere siamo indotti a ritenere che si tratti di un processo di sostituzione. Forse non è molto lontano dal vero pensare che il cristallo di galena sia cresciuto partendo da germi orientati e sia stato poi « demolito » con processo retrogrado, alla stessa maniera secondo cui si era sviluppato. Micrografia composta da 15 micrografie semplici, Nicol +, 100 × circa.

Franco Petrucci

# SEGNALAZIONE DEL GENERE *CUVILLIERINA* DEBOURLE NEL FLYSCH EOCENICO DELLA VAL BAGANZA (PARMA) *

(Con una figura ed una tavola)

## Premessa

Nel quadro del ciclo di ricerche, col Contributo del C.N.R., in corso sull'Appennino settentrionale, presso l'Istituto di Geologia dell'Università di Parma, diretto dal Prof. S. VENZO, mi è stato affidato lo studio micropaleontologico del « *Flysch calcareo-marnoso nummulitifero* », di M. Sporno [1].

La serie è stata campionata in concomitanza col rilevamento geologico e lo studio geotettonico del *Flysch* della Val Baganza (Parma), eseguito da G. ZANZUCCHI (1961).

Questa serie è stata misurata sulle pendici occidentali di Monte Sporno, nella Val Baganza, lungo la rotabile Calestano-Berceto, fra il Rio Spigone ad Est ed il Rio Armorano ad Ovest (Fo. 85 Castelnuovo nei Monti, Tavolette Calestano IV NE e Tizzano Val Parma IV SE).

La formazione presa in esame ha una potenza di 1350 metri, presenta strati rovesciati, con immersione costante SW e con valori oscillanti sui 40°-50°.

Litologicamente è rappresentata da una ripetizione ritmica di calcari, calcari marnosi e marne, intercalati a livelli di brecciole de-

---

(*) Col contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

(1) Ringrazio il Direttore dell'Istituto di Geologia Prof. SERGIO VENZO, per i consigli e gli aiuti fornitimi. Ringrazio pure il Prof. CUVILLIER J., Direttore del Centro di Micropaleontologia dell'Università di Parigi che così gentilmente mi ha accolto nel suo Istituto, quale borsista del C.N.R.I. nel semestre 1961-62 e presso il quale ho potuto approfondire gli studi in micropaleontologia, seguendo i suoi corsi e lavorando nei suoi laboratori.

tritico-organogene ed a più rare intercalazioni di arenarie piuttosto fini.

La serie consta di oltre un centinaio di campioni, prelevati ad intervalli non superiori ai 15 metri.

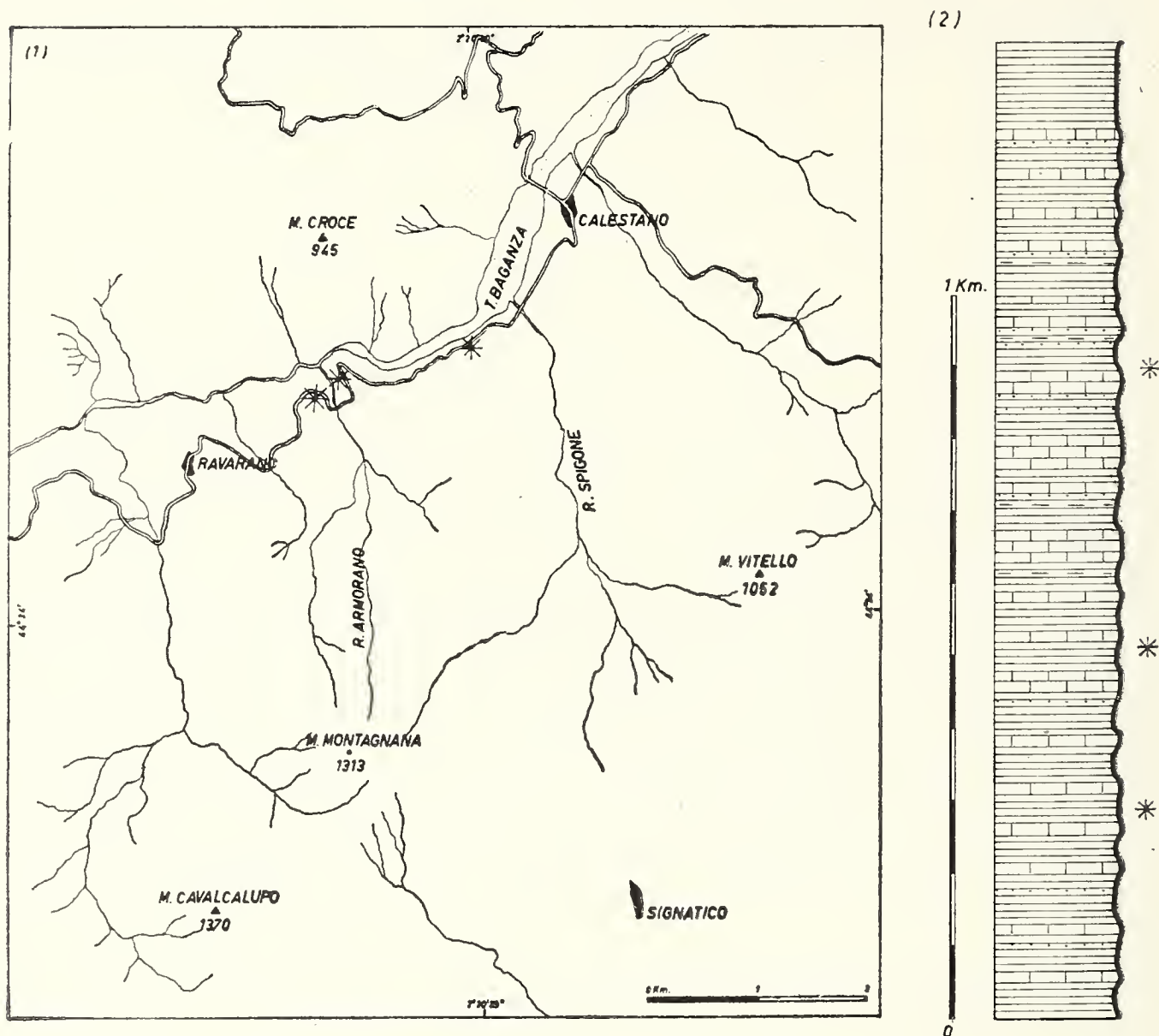



Fig. 1. — Cartina di ubicazione (1) e colonna litologica indicativa (2) della serie del «*Flysch calcareo-marnoso nummulitifero*» di M. Sporno. * Punti in cui è stata rinvenuta la *Cuvillierina* DEBOURLE.

Lo studio è stato eseguito sia sui residui di lavaggio che su sezioni sottili [1]. I residui di lavaggio, effettuati sulle marne e sui calcari marnosi contengono microfaune prevalentemente pelagiche. In buona

[1] I risultati dello studio dettagliato della serie del « *Flysch calcareo-marnoso nummulitifero* » di M. Sporno, saranno da me pubblicati, quanto prima, in apposita nota.

parte dei calcari invece, che sono stati studiati esclusivamente su sezioni sottili, sono state osservate « *microfacies* » rappresentate quasi esclusivamente da *Foraminiferi*. In alcune i *Microforaminiferi,* divengono prevalenti; in altre predominano i *Macroforaminiferi,* per buona parte mal conservati, se non addirittura in frammenti (livelli detritico-organogeni).

In diverse sezioni sottili ricavate da questi ultimi livelli, sono stati osservati alcuni esemplari di una forma grossolanamente riferibile ad *Elphidium.* Ulteriori osservazioni, hanno portato a riconoscere il genere *Cuvillierina* DEBOURLE. E' stato pertanto ritenuto utile dare notizia del rinvenimento di questo genere, dato che la presente segnalazione è la prima nell'Appennino settentrionale e forse anche in Italia.

## Il genere Cuvillierina Debourle (Elphidiidae) (1)

Il genere *Cuvillierina* DEBOURLE venne istituito da DEBOURLE, nell'anno 1955 e descritto sul Bull. Soc. Geol. Franc. (pag. 55, Tav. II), su esemplari provenienti da orizzonti marnoso-sabbiosi dell' Ypresiano d'Aquitania, (a Sud di Pau).

Il genotipo è la *Cuvillierina eocenica* DEBOURLE.

*Descrizione del genotipo d'Aquitania*:

*Cuvillierina eocenica* DEBOURLE

« Guscio libero calcareo, planispirale anche se un poco asimmetrico, un po' più compresso da un lato che dall' altro, specialmente nei grandi esemplari. *L' ornamentazione* molto caratteristica, costituita da una reticella di fini coste calcaree, formanti al centro del guscio una reticolazione assai stretta con maglie irregolari; verso la periferia, le maglie si dispongono in costolature, il più sovente poco nette, specie nei grandi esemplari.

La *spira,* invisibile sulla parete esterna del guscio, cresce rapidamente come si può vedere nelle sezioni equatoriali. Le *camere* sono quasi triangolari: 13-14 camere per giro. L' *apertura* è stretta, a fessura allungata secondo il diametro maggiore della fascia apertuale e più o meno fortemente arcuata, aumentando così la leggera dissi-

---

(1) Secondo la classificazione LOEBLICH e TAPPAN, 1961.

metria generale del guscio. I *setti* sono leggermente arcuati verso la parte posteriore del guscio, formati da due sottili pareti calcaree, nettamente separate alla periferia, e al contatto con il giro precedente, mostrando degli spazi senza comunicazioni con le logge. Le *perforazioni* delle pareti esterne sono *strette*, di diametro uniforme mentre i setti e le costolature costituenti l' ornamentazione non presentano alcuna perforazione ».

L'Autore ha istituito questo genere che prima era stato considerato come *Elphidium* e poi come *Laffitteina*. Dall' *Elphidium*, come già riscontrato dal DEBOURLE, si distingue nettamente per l' apertura, assai caratteristica. Le differenze da *Laffitteina* sono date sia dalla struttura interna, sia dal maggior numero di logge, 27 per giro; come pure dall' avvolgimento nummulitoide e dal sistema doppio dei canali presente in *Laffitteina* ed assente invece in *Cuvillierina*, ecc.

Gli esemplari rinvenuti nelle nostre sezioni sottili si presentano più o meno sezionati equatorialmente ed assialmente. I caratteri appaiono analoghi a quelli del genotipo sopradescritto. Purtroppo non ci è stato possible isolare dalla roccia (dato il suo alto grado di compattezza) degli esemplari, per poterne studiare l' ornamentazione e l' apertura che rientrano nei caratteri fondamentali. L' ornamentazione, tuttavia, è ricostruibile, o addirittura visibile nelle figg. 1, 2, ecc. della Tavola, con la tipica reticolazione della zona centrale del guscio e le costolature verso la periferia. Il numero delle camere è conforme a quello descritto dall'A.; l' avvolgimento è operculinoide ed i setti sono leggermente arcuati verso la parte posteriore del guscio. Sono pure visibili i setti formati da due pareti nettamente distinte, separate alla periferia e al contatto con il giro precedente, si vedono inoltre gli spazi vuoti periferici, senza comunicazioni con le logge. figg. 1, 2, 3; ecc. Tav. I).

Per quanto riguarda le dimensioni, non è possibile fare un confronto, in quanto l' autore non le riporta nella sua descrizione [1].

*Posizione stratigrafica*. - Il genere *Cuvillierina*, rinvenuto in diverse località dell' Ypresiano d'Aquitania (*C. eocenica* DEBOURLE), è considerato tipico delle facies litorali, marnoso-sabbiose. Esso viene

[1] Al Dottor F. BARBIERI, docente di Micropaleontologia presso l' Istituto di Geologia di Parma, vada la mia riconoscenza per il concreto aiuto datomi.

inoltre segnalato nell' Ypresiano dell' Irak del nord (GRIMSDALE), in Siria (GRIMSDALE), nella Catalogna-Vizcaya, in Spagna (RUIZ DE GAONA e COLOM), nella Grecia (AUBOUIN e NEUMANN).

I diversi strati delle brecciole calcaree, dei quali provengono le nostre *Cuvillierina*, potrebbero pertanto venir attribuiti all' Ypresiano; cioè alla parte alta dell' Eocene inferiore. Tuttavia, dato che alcuni altri esemplari si presentano in frammenti ed associati a Nummuliti, frequenti Alveoline, Discocycline ecc., pure spesso frammentarie e perfino compenetrate tra di loro, non si può escludere che tutta l' associazione possa essere risedimentata e salire anche nell' Eocene medio. Lo studio di tali associazioni sarà oggetto di successiva apposita nota [1].

PARMA, *Laboratorio di Micropaleontologia dell' Istituto di Geologia dell' Università,* dicembre 1962.


## Riassunto

Nel ciclo di ricerche sull'Appennino parmense in corso presso l' Istituto di Geologia dell' Università di Parma, viene illustrato il genere *Cuvillierina* DEBOURLE (Foraminifero del tipo *Elphidium*). Tale genere dell' Ypresiano venne rinvenuto a seguito di una campionatura di 120 campioni prelevati per lo studio micropaleontologico del « *flysch calcareo-marnoso nummulitifero tipo M. Sporno* ».

Il genere *Cuvillierina,* per quanto mi consta, non venne sino ad ora segnalato in Italia. La nota è illustrata con una figura nel testo (mappa-indice e colonna stratigrafica) e con una tavola di microfotografie.



## Résumé

Dans le cycle de recherches sur l'Apennin parmesan en train chez l' Institut de Géologie dell' Université de Parma, on signale le Genere *Cuvillierina* DEBOURLE (Foraminifère du type *Elphidium*).

Cette genre de l' Yprésien decouvert en suite d' une collection de 120 étalons, ramassés pour l' étude micropaleontologique du « *Flysch calcaire-marneux nummulitifère type M. Sporno* ».


---

[1] Durante la stampa della presente nota il genere *Cuvillierina* venne identificato — in questo stesso Laboratorio di Micropaleontologia — in sezione sottile di campione raccolto da S. VENZO e F. MEDIOLI, in basso alla cava di Corgnan Valpolicella (Verona), nell' Eocene inferiore.

Le genre *Cuvillierina* autant qu'il resulte à l'auteur n'a pas encore été signalé en Italie.

Le travail est illustée a l'aide d'une figure dans le texte (plan-index et colonne stratigrafique) et d'une table de microphotographics.

## Abstract

In the cycle of resarches on the Apennin near Parma held at present at the Istituto di Geologia di Parma, the genus *Cuvillierina* DEBOURLE (Foraminifera type *Elphidium*) is described.

This Ypresian genus was found through a stratigraphical section of the « *marly-calcareous flysch type of M. Sporno* », where 120 samples are collected.

This genus seems to have never been reported in Italy since now.

The work is illustrated with a figure in the text (Index map and stratigraphical column) and with a table of microphotos.

## BIBLIOGRAFIA

AGIP MIN. - *Microfacies Italiane (dal Carbonifero al Miocene medio)*. AGIP Min. S. Donato Milanese. 1959.

ANELLI M. - *L'Eocene nella Vallata del Parma*. Boll. Soc. Geol. Ital. 27, 1908.

AUBOUIN-NEUMANN - *Contribution a l'étude stratigraphique et micropaleontologique de l'Eocène en Grèce*. Rev. de Micro. *2*, Paris 1959.

BARBIERI F. - ZANZUCCHI G. - *La stratigrafia della Valle di Roccaferrara (Parma). Contributo alla conoscenza dell'Appennino emiliano. - Nota II*. Atti Soc. It. Scienze Naturali. Milano 1963.

BRAGA G. - *Litologia e stratigrafia dei dintorni di Farini d'Olmo. (Piacenza)*. Mem. Soc. Geol. Ital. Pavia 1962

CUVILLIER J. et SZAKALL V. - *Foraminiféres d'Aquitaine*. Publ. Sté Nat. Petroles Aquitaine, Paris 1949.

CUVILLIER J. et SZAKALL V. - *Stratigrafie correlations by microfacies in Western Aquitaine*. Leiden 1956.

DEBOURLE A. G. - *Cuvillierina eocenica, nouveau genere et nouvelle espéce de Foraminifére de l'Ypresien d'Aquitaine.*

MERIE P. - *Sur Laffiteina bibensis et Laffiteina monodi, nouveau genere et nouvelles especies dé Foraminiféres du Montien*. B. S. G. F. (5), Vol. XV, 1945.

RUIZ DE GAONA M. et COLOM C. - *Studies sobre las siencias de los Foraminiferos eocenicos de la vertiente meridional del Pireneo (Cataluna-Vizcaya)*. Cons. Sup. Invest. Cient. « Lucas Malladas ». Madrid 1950.

ZANZUCCHI G. (1960) - *Osservazioni preliminari sul Flysch dell'Appennino parmense*. Boll. Serv. Geol. d'Ital. 81, 1962

ZANZUCCHI G. - *Studio geotettonico sul Flysch della Val della Baganza (Parma)*. Boll. Soc. Geol. Ital. 1962.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XII

*Cuvillierina* DEBOURLE.

Fig. 1 e 3 — Sezione equatoriale

Fig. 2 — Sezione equatoriale trasversale

Fig. 4 — *Cuvillierina?*

Fig. 5 - 9 — Sezioni assiali ed obliquo-tangenziali

(53 ×)

N. B. - Le sezioni sono conservate nel « Laboratorio di micropaleontologia » dell' Istituto Geologico dell' Università di Parma.

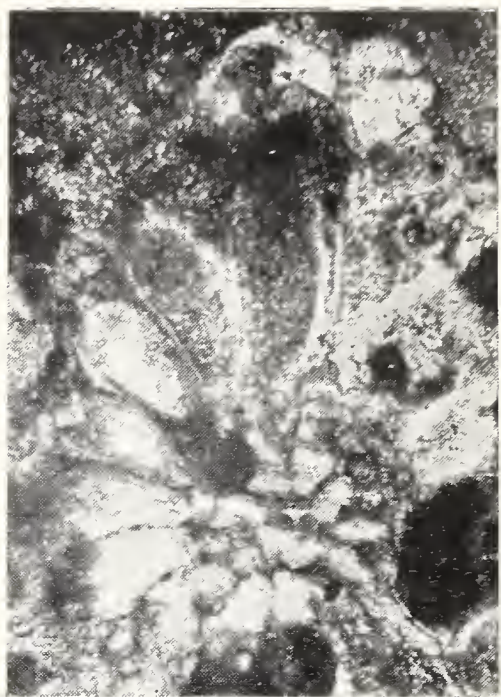
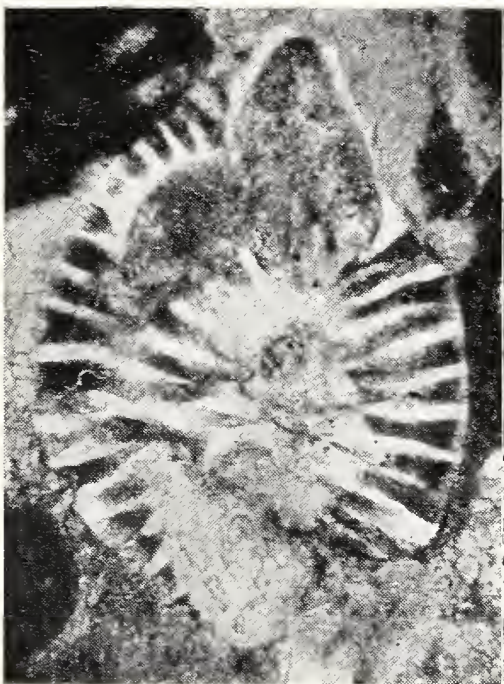
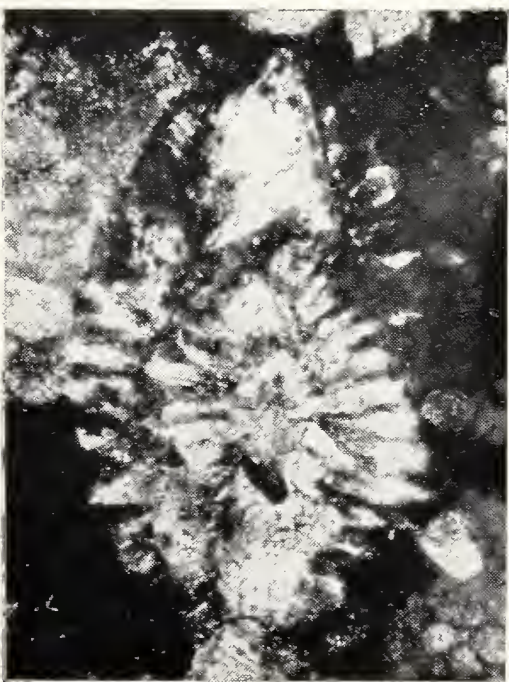



fig. 1 fig. 2 fig. 3 fig. 4 fig. 5 fig. 6 fig. 7 fig. 8 fig. 9

Diego Fernandez

# DEPOSITI DA CORRENTI DI TORBIDITA' NELLE PREALPI BERGAMASCHE: LE ARENARIE DEL CRETACICO SUPERIORE (CONIACIANO) (*)

## Introduzione

Nel corso di studi sedimentologici sul sistema cretacico in Lombardia, da me intrapresi fin dal 1958, ho riconosciuto la presenza di depositi da correnti di torbidità in una formazione appartenente al Cretacico superiore (FERNANDEZ 1961). Si tratta delle cosidette « *arenarie di Sarnico* » o « *di Mapello* », che costituiscono la base del « *piano di Sirone* » dei vecchi geologi lombardi. Della formazione in questione hanno trattato — più o meno ampiamente — vari Autori, tra cui VARISCO (1881), DE ALESSANDRI (1899), DESIO (1929), e più recentemente e completamente S. VENZO (1948 e 1954), che ha attribuito dette arenarie — molto povere di fossili — al Coniaciano, in base al rinvenimento in esse (1953) di *Anisoceras* aff. *paderbornense-pseudoarmatum* SCHLÜTER, oltrechè per la loro posizione stratigrafica.

La serie del Cretacico superiore lombardo fu definita stratigraficamente e paleontologicamente da S. VENZO, che nella sua *Carta Geomorfologica dell' apparato morenico dell'Adda di Lecco* 1:30.000 (1948) distinse, nella serie sopracretacica del M. Canto Basso, cinque orizzonti diversi: *Flysch* arenaceo-argilloso (Turoniano); arenarie del

---

(*) Lavoro eseguito e pubblicato con il contributo finanziario del C.N.R.

Desidero ringraziare qui il Prof. G. SCHIAVINATO per il suo incoraggiamento durante i miei studi, il Prof. R. MALARODA che rilesse il testo fornendomi preziosi consigli e il Prof. G. CAROBBI, presso il cui Istituto eseguii le analisi diffrattometriche sotto la guida del Prof. C. CIPRIANI. Un ringraziamento particolare al Prof. S. VENZO, profondo conoscitore della regione, che mi guidò nell' inquadratura stratigrafica del lavoro.

Coniaciano; conglomerati ad *Actaeonella* e *Hippurites* del Santoniano inferiore; arenarie a *Pachydiscus, Inoceramus, Pholadomya* (Santoniano); calcari marnosi da cemento (Campaniano inferiore); arenarie marnose (Campaniano).

La successione stratigrafica del Cretacico superiore venne poi illustrata in un successivo lavoro (S. Venzo 1954); quivi è portata la colonna stratigrafica comprensiva della « Serie cretacico-eocenica del Bergamasco occidentale » (fig. 17) colla posizione dei rari fossili guida.

Il presente lavoro sedimentologico tratta delle arenarie del Coniaciano [1] le quali sono comprese tra il *Flysch* turoniano in basso, ed i conglomerati santoniani ad Acteonelle ed Ippuriti in alto. La formazione arenacea è potente 450 metri nella regione del Monte Canto Basso (Ovest di Bergamo); essa affiora lungo una fascia larga qualche chilometro ed estesa dalla Brianza orientale fino al Lago d' Iseo, con direzione generale Ovest-Est, e la potenza si mantiene pressochè invariata. Subito ad Est del Lago d' Iseo, le arenarie non sono presenti in allineamento, perchè affiorano rocce più antiche: fenomeno connesso col « sollevamento tettonico della Val Camonica » (De Sitter 1949, pag. 193). I pochi affioramenti di rocce del Cretacico superiore, nei dintorni di Brescia sono tutti in facies di Scaglia, sono cioè rappresentati principalmente da marne (Orlini 1949; v. anche *Foglio geologico Brescia,* 1939). Ad Ovest della Brianza orientale il Cretacico superiore ha scarsi affioramenti isolati tra il morenico, dei quali è più difficile riconoscere l' esatta posizione stratigrafica, che tuttavia si è potuta stabilire in base alle faune fossili. De Alessandri (1899), che diede un' ottima descrizione dell' aspetto macroscopico di queste arenarie, segnala che gli affioramenti più occidentali di arenarie si osservano in Brianza, attorno al Lago di Pusiano. L' area di affioramento della formazione arenacea del Coniaciano è evidente nella parte sudoccidentale del *Foglio geologico Bergamo* (Venzo 1954). Nel *Foglio geologico Como* (1930), il Cretacico superiore è indicato invece con due sole tinte: « *Piano di Sirone* » e « *Piano di Brenno* » Auct.

---

[1] E' interessante notare che queste arenarie lombarde sono pressappoco contemporanee con la pietraforte toscana, e presentano in sezione sottile una notevole analogia di tessitura e composizione con le varietà più grossolane della pietraforte, come ho avuto modo di constatare personalmente.

## Aspetto generale della formazione arenacea

La formazione arenacea affiora in località topograficamente poco elevate e prossime alla Pianura Padana, ed è spesso ricoperta da terreni eluviali argillosi e da suolo vegetale, dai quali emergono in pochi punti le testate di strati di arenaria, peraltro profondamente alterati. Per riconoscere l' ambiente sedimentario nel quale si è depositata la formazione in questione è necessario esaminare con dettaglio i pochi affioramenti non alterati, situati specialmente in corrispon-

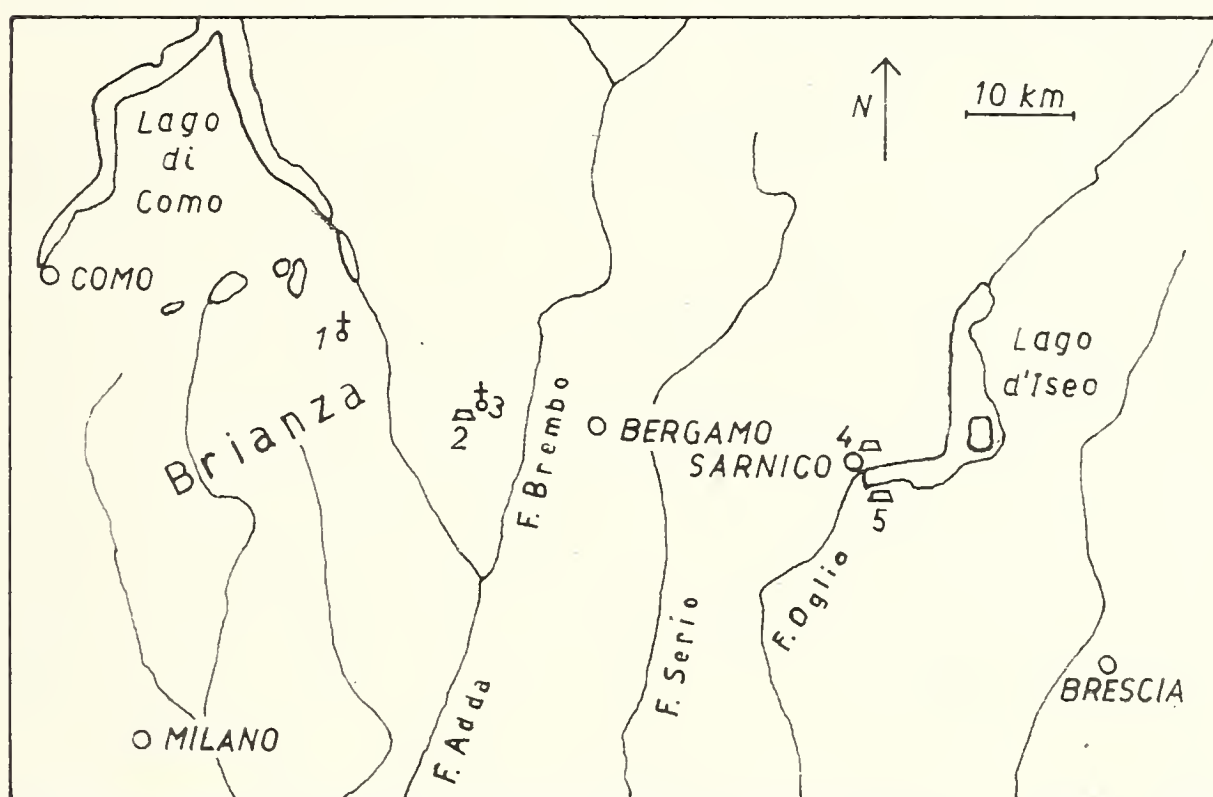



Fig. 1. — Schizzo topografico della regione studiata. I simboli indicano i migliori affioramenti della Formazione di Pratolungo: 1) Eremo di S. Genesio; 2) Cava di Pratolungo; 3) Chiesa di Fontanella del Monte; 4) e 5) Cave di Sarnico.

denza di cave o di tagli stradali. La località migliore per osservare le strutture degli strati di arenaria è la cava di Pratolungo, 300 metri a Nord del paese omonimo, sulle pendici meridionali del Monte Canto. Dal nome di questa cava la formazione sarà qui chiamata per brevità *Formazione di Pratolungo* (1).

(1) In una mia nota preliminare (1961) la formazione venne designata come « *Formazione Previtali* » dal nome locale della cava.

Le arenarie coniaciane sono bene esposte anche nei dintorni di Sarnico: a Nord e a Sud di questo paese esistono grandi cave, aperte da secoli (FAGNANI 1956), dove ho potuto compiere fruttuose osservazioni, concordanti con quelle effettuate nella cava di Pratolungo.

Nelle due località qui nominate è possibile lo studio di livelli stratigrafici di potenza limitata, dell' ordine di una ventina di metri. L' aspetto generale della formazione è invece visibile su due strade che l' attraversano e lungo le quali vi sono numerosi affioramenti parziali. Si tratta della strada che da Piazza sale alla chiesa di Fontanella del Monte (Bergamasco occidentale), e in particolare della strada che sale da Cagliano all' Eremo di San Genesio (Brianza orientale). Si veda la fig. 1.

Descriverò l' aspetto generale della *Formazione di Pratolungo*; tratterò poi delle strutture dei banchi di arenaria, e cioè in particolare della stratificazione gradata osservata nella cava di Pratolungo e dei fenomeni di erosione interni agli strati osservati nelle cave di Sarnico, traendo dai dati di fatto alcune conclusioni sulla genesi della formazione. Seguiranno la descrizione dell' aspetto microscopico delle arenarie e i dati relativi alla composizione mineralogica di alcuni campioni rappresentativi. Concluderà il lavoro un breve riassunto dei dati più importanti, con un cenno di ricostruzione paleogeografica.

In tutta l' area di affioramento la formazione delle arenarie coniaciane è ben riconoscibile sul terreno (VENZO 1954, con profili). Salendo stratigraficamente a partire dalla sommità del *Flysch* turoniano, si osserva che alle alternanze di argille e di calcareniti di colore grigio chiaro in strati potenti una ventina di cm in media, tipiche del *Flysch* (FERNANDEZ 1962), si sovrappongono bruscamente delle arenarie grigio scure assai compatte in banchi potenti in media un metro, ma spesso parecchi metri. In particolare sul versante meridionale del M. Canto, dove ho compiuto osservazioni più dettagliate, in varie località sono aperte piccole cave — ora abbandonate — nelle quali si osservano banconi multipli di arenaria, cioè serie di strati arenacei direttamente sovrapposti e separati da sottili giunti argillosi, per lo spessore complessivo di parecchi metri.

In realtà la *Formazione di Pratolungo* non è interamente composta da arenarie. Le cave sono state aperte in corrispondenza di banchi particolarmente potenti di arenaria, ma lungo le due strade sopra menzionate è possibile vedere che la formazione è costituita essenzialmente da alternanze di argille, calcari arenacei e calcari pe-

lagici assai simili a quelle del sottostante *Flysch* turoniano. A intervalli stratigrafici assai variabili, dell' ordine di qualche metro, si intercala uno strato di arenaria grigia compatta il cui spessore medio è sul metro, variando da meno di mezzo metro ad alcuni metri.

La frequenza dei banchi di arenaria nella serie pare maggiore nella parte alta della formazione, dove sono presenti i banchi multipli sopra menzionati. Una stima del rapporto tra l' estensione verticale totale delle sezioni stratigrafiche prevalentemente argillose e simili al *Flysch* turoniano e di quelle rappresentate da strati di arenaria — stima fondata su una buona conoscenza degli affioramenti della formazione — può essere di 3 a 1 in favore delle sezioni argillose.

Il limite superiore della formazione, abbastanza netto, è segnato dalla comparsa dei conglomerati santoniani; le arenarie intercalate ai conglomerati hanno caratteristiche petrografiche diverse da quelle coniaciane.

## LA CAVA DI PRATOLUNGO

Il profilo colonnare (fig. 2) rilevato in questa cava, situata 300 metri a Nord del paese di Pratolungo (Bergamasco occidentale) [1], mostra uno dei potenti banconi multipli di arenaria, situati nella parte superiore della formazione; all' incirca in corrispondenza dello stesso bancone sono aperte le cave, ora del tutto abbandonate, situate presso Mapello.

### Gli strati di arenaria

L' arenaria è di colore grigio-azzurrognolo, di grana piuttosto fine, assai compatta ed omogenea, e ad occhio nudo ha aspetto eterometrico: vi sono infatti numerosi granuletti di sabbia a diametro nettamente superiore a quello medio (v. composizione petrografica nella seconda parte del lavoro).

I singoli strati di arenaria, separati da sottili giunti di argilla, hanno tutti la caratteristica struttura gradata, del tipo causato da correnti di torbidità, cioè con presenza delle particelle fini anche alla base dello strato. Questa struttura comprende numerose varianti.

---

[1] La località della cava è compresa nel margine orientale della *Carta dell' apparato morenico dell'Adda di Lecco* 1:30.000 (Venzo 1948).

Una *struttura gradata semplice* è presente solo nei banchi meno potenti, come quello che inizia a m 4,70 e i due successivi (nei quali ultimi però non è molto marcata), e nello strato che inizia a m 11,60. Nei suddetti banchi solo i primi centimetri a partire dalla base sono più eterometrici e più grossolani del normale, ma ben presto si passa piuttosto bruscamente alla facies granulometrica normale, che permane pressappoco inalterata per quasi tutto lo strato. Solo negli ultimi 20-30 cm la grana media e l' eterometria diminuiscono nettamente.

Fenomeno quasi costante è la presenza nella parte superiore degli strati di grossi ciottoli arrotondati di calcare più o meno argilloso (per es. ciottolo di cm 4 x 10 sulla superficie superiore di stratificazione di un banco a m 5,65), ovvero di cavità che contenevano tali ciottoli.

Gli strati a struttura gradata semplice derivano dalla sedimentazione del materiale trasportato da una singola corrente di torbidità. Che si tratti di correnti a densità superiore alla normale è dimostrato dalla eterometria delle arenarie (v. analisi granulometriche in fig. 8), dal tipo di gradazione, nella quale la classazione granulometrica (*sorting*) migliora nettamente dalla base alla sommità dello strato e inoltre dalla presenza di grossi ciottoli specialmente nella parte più alta degli strati (Kopstein in Kuenen & Carozzi 1953). I ciottoli si mantenevano in sospensione durante il passaggio della corrente di torbidità grazie ai moti turbolenti e alla elevata densità della corrente, e potevano sedimentarsi solo quando la fluidità dell' acqua ritornava normale. Inoltre è significativo il fatto che ciottolini isolati di calcare chiaro, frequentemente alterati verso la superficie in rosso mattone, e ciottoli piatti di argilla grigia sono contenuti a qualunque livello nei banchi di arenaria. Verso la base del bancone che inizia a m 1,90 si osservano grossi ciottoli piatti (cm 3 x 30) di argilla e di calcare argilloso grigio chiaro, e intorno ad essi l' arenaria inglobante ha un colore grigio nettamente più scuro del normale, evidentemente in seguito a una impregnazione della sabbia ancora incoerente da parte dell' argilla proveniente dai frammenti.

E' però più diffusa, specie nei banchi più potenti, una *struttura gradata complessa*, che risulta generalmente dalla sovrapposizione, entro lo stesso banco, di più fasi positivo-attive (o in altre parole di più correnti di torbidità) separate da fasi negative (cioè erosive). (Lombard 1956, pag. 301).

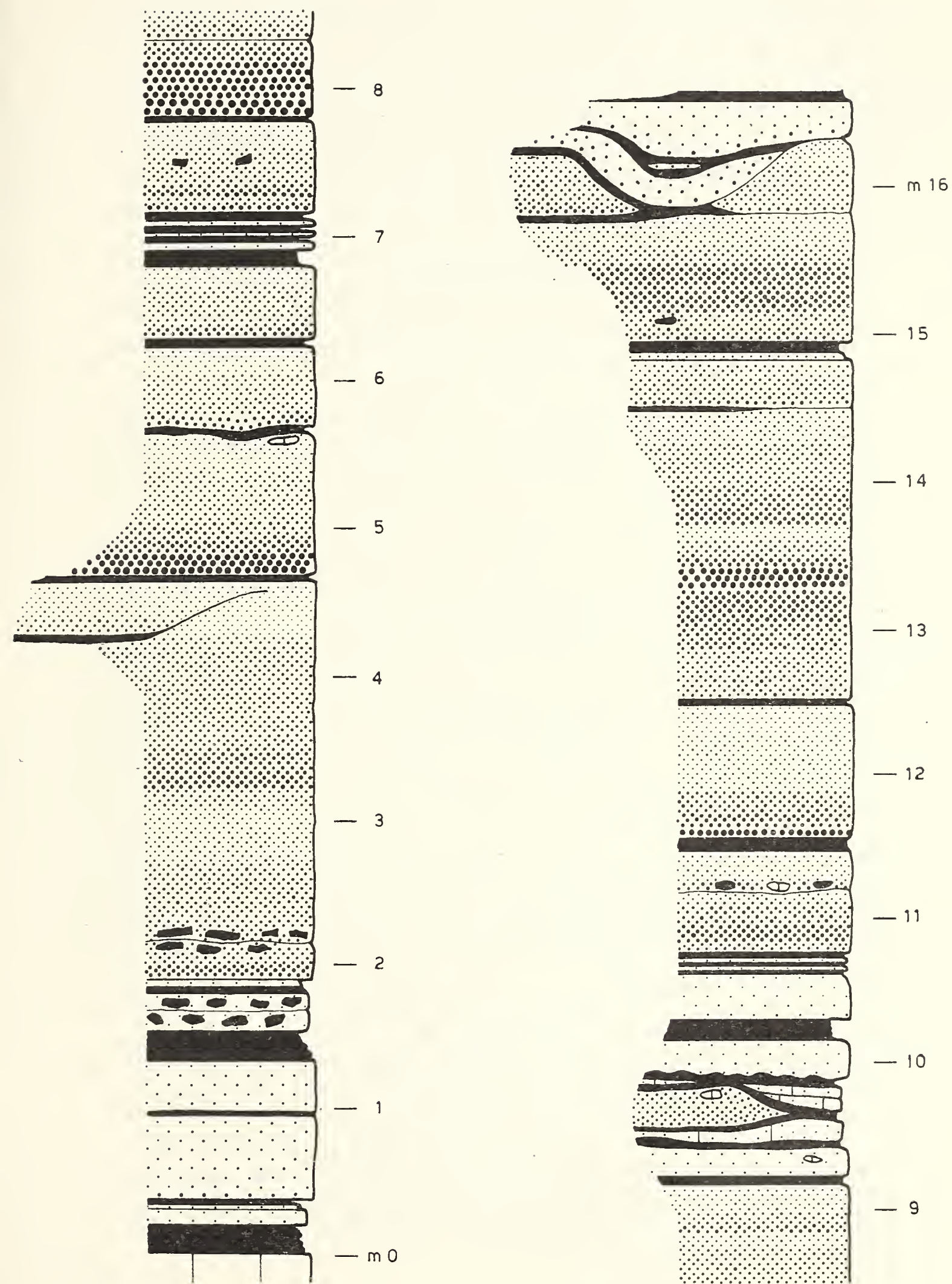



Fig. 2. — Serie della cava di Pratolungo. Per la spiegazione dei simboli litologici si veda la fig. 7 a pag. 99.

Infatti il bancone che inizia a m 1,90 ha tessitura più grossolana per i primi 2-3 cm, poi la grana diminuisce e resta quasi costante. Al centro del bancone si nota una superficie di stratificazione leggermente concava verso l'alto, e circa 15 cm sopra di essa la grana aumenta per poi riportarsi rapidamente al suo valore medio, e diminuire negli ultimi 30 cm. Analogamente nel bancone che inizia a m 7,80, molto grossolano alla base, la grana subisce un aumento dopo una superficie interna di stratificazione. Questa volta però l'aumento di grana segue immediatamente la superficie di stratificazione, come avviene anche a m 13,75 e 14,50. Si osserva inoltre che la base dello strato è meno grossolana della sua parte mediana nei banconi che iniziano a m 14,95, 12,55 e 10,80 (fig. 2).

Per comprendere i motivi di questa *gradazione granulometrica inversa*, esaminiamo più particolarmente le variazioni granulometriche di quest'ultimo strato (fig. 3).

La base dello strato ha tessitura abbastanza fine, ma da cm 8 a cm 20-25 viene la parte più grossolana ed eterometrica. Indi la grana diminuisce progressivamente fino a un tenuissimo giunto interno discontinuo, segnato dalla deposizione (sotto e sopra, ma specialmente sopra) di ciottoli piatti di argilla e di ciottoli arrotondati di argilla calcarea. Intorno ad alcuni di questi ultimi si osservano delle passate notevolmente più grossolane, e in genere sopra al suddetto giunto interno la grana è più grossolana, in passate però discontinue, poi si fa di nuovo fine, sino a circa 70 cm dalla base.

Qui la roccia assume un colore progressivamente più scuro, ed è ricca di frammentini carboniosi piatti, più grossi della grana media (erano trasportati più agevolmente dalla corrente perchè meno densi). Vi sono però interlaminazioni chiare di circa 1 cm; una di queste ultime rende evidenti delle belle pieghe di *slump* coricate con vergenza apparente a Est.

Al di sopra le laminazioni scure si fanno sempre più fitte e intense; l'arenaria qui è assai argillosa, fissile secondo superfici lievemente ondulate, spalmate di detrito vegetale. Negli ultimi 2-3 cm la roccia è nerastra per le inclusioni carboniose.

Si susseguono poi tre straterelli di: calcare finemente arenitico (1 cm); calcare siltoso, assai analogo alle calcisiltiti del *Flysch* turoniano (4 cm); calcare arenitico (1 cm). Dopo un velo di argilla inizia il successivo bancone.

Delle suddette variazioni litologiche si può dare la seguente spiegazione: questo strato, come tutti gli altri la cui tessitura è meno grossolana alla base che al centro, inclusi anche i livelli dei banconi composti con simile inversione di gradazione sopra una superficie interna di stratificazione, provengono dalla risedimentazione di quella parte dello strato sottostante che si trovava più « a monte », in una zona soggetta a innalzamento e *basculement* orogenico. Per au-

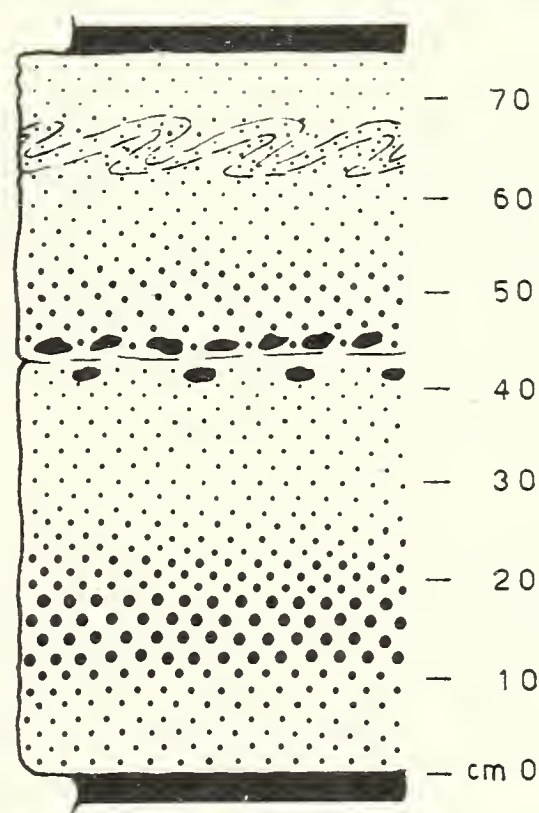



Fig. 3. — Uno strato di arenaria gradata della cava di Pratolungo.

mento dell' inclinazione del fondo marino si sono messi in movimento prima i livelli superiori, più fini (scivolando lungo una delle superfici interne di stratificazione sempre presenti negli strati), e poco dopo l' intero strato. E' quindi arrivata nel luogo di deposizione prima la torbida più fine, poi quella più grossolana (fig. 4).

La presenza di ciottoli piatti di argilla indica la sedimentazione di frammenti del giunto sottostante allo strato che si è risedimentato. I ciottoli di argilla calcarea chiara rappresentano probabilmente frammenti dello stesso giunto argilloso, che si faceva più ricco di carbonato di calcio in località più vicine alle terre emerse. L' aumento di grana sopra il giunto interno può essere dovuto alla rimessa in movimento di parte dello strato ulteriormente sottostante.

La comparsa di frammenti carboniosi indica il deposito di detrito di piante bentoniche che vivevano sul fondo (ma più « a monte », a profondità minore) ed erano state coinvolte nella frana sottomarina. La fissilità è conseguente al ristabilirsi di condizioni di fluidità normale con deboli correnti di fondo fluttuanti. Le lamine nerastre testimoniano un rallentamento della sedimentazione inorganica e la lenta caduta di resti organici sul fondo in condizioni semi-euxiniche. Gli straterelli successivi, privi di sostanza organica, provano il sopraggiungere di correnti a fluidità normale, apportatrici di *silt* e $CaCO_3$ in soluzione.

La suesposta ipotesi della risedimentazione dello strato sottostante può essere valida per spiegare le anomalie di gradazione di alcuni strati, e segnatamente di quello precedentemente descritto. Ma per altri banchi si può avanzare un' ipotesi un po' diversa, cioè si può immaginare che uno strato non gradato perchè deposto da una corrente a densità pressochè normale ovvero da una corrente di torbidità lungamente alimentata (KUENEN & MENARD 1952), sia stato in seguito eroso quasi del tutto da una successiva corrente di torbidità, la quale in un secondo tempo — ultimata l' azione erosiva — ha depositato una sabbia regolarmente gradata. Tale sarebbe la causa delle variazioni granulometriche per es. del bancone che inizia a m 12,55, con la sola difficoltà che la tessitura, pur diventando più grossolana circa 30 cm sopra la base del banco, continua ad aumentare fino a raggiungere un massimo a circa 80 cm dalla base, e poi diminuisce gradualmente. Ciò può essere spiegato ammettendo dei moti di assestamento in seno allo strato appena sedimentato, causati dalla pendenza del fondo (si noti che in quasi tutti gli strati si osservano pieghettature gravitative negli ultimi centimetri subito sotto il giunto). Detti moti interni avrebbero causato una variazione della originale gradazione granulometrica e una struttura di alcuni strati in modo da descrivere con le tracce delle loro laminazioni interne dei grossi ellissoidi (specie da m 1,80 a 4,65). Questa struttura interna ad ellissoidi è messa in evidenza da forme di alterazione a cipolla, con diametro massimo di un metro, visibili sotto l' Eremo di San Genesio (Brianza orientale).

A proposito dell' erosione della parte superiore degli strati è da notare la presenza di *giunti argillosi non continui* in senso orizzontale. Si vedano per es. i giunti a m 4,25 e 5,65; quest' ultimo si assottiglia fino a sparire. Ciò fa pensare che le correnti di torbidità si incanalassero in percorsi ben delimitati e probabilmente anastomizzati, se-

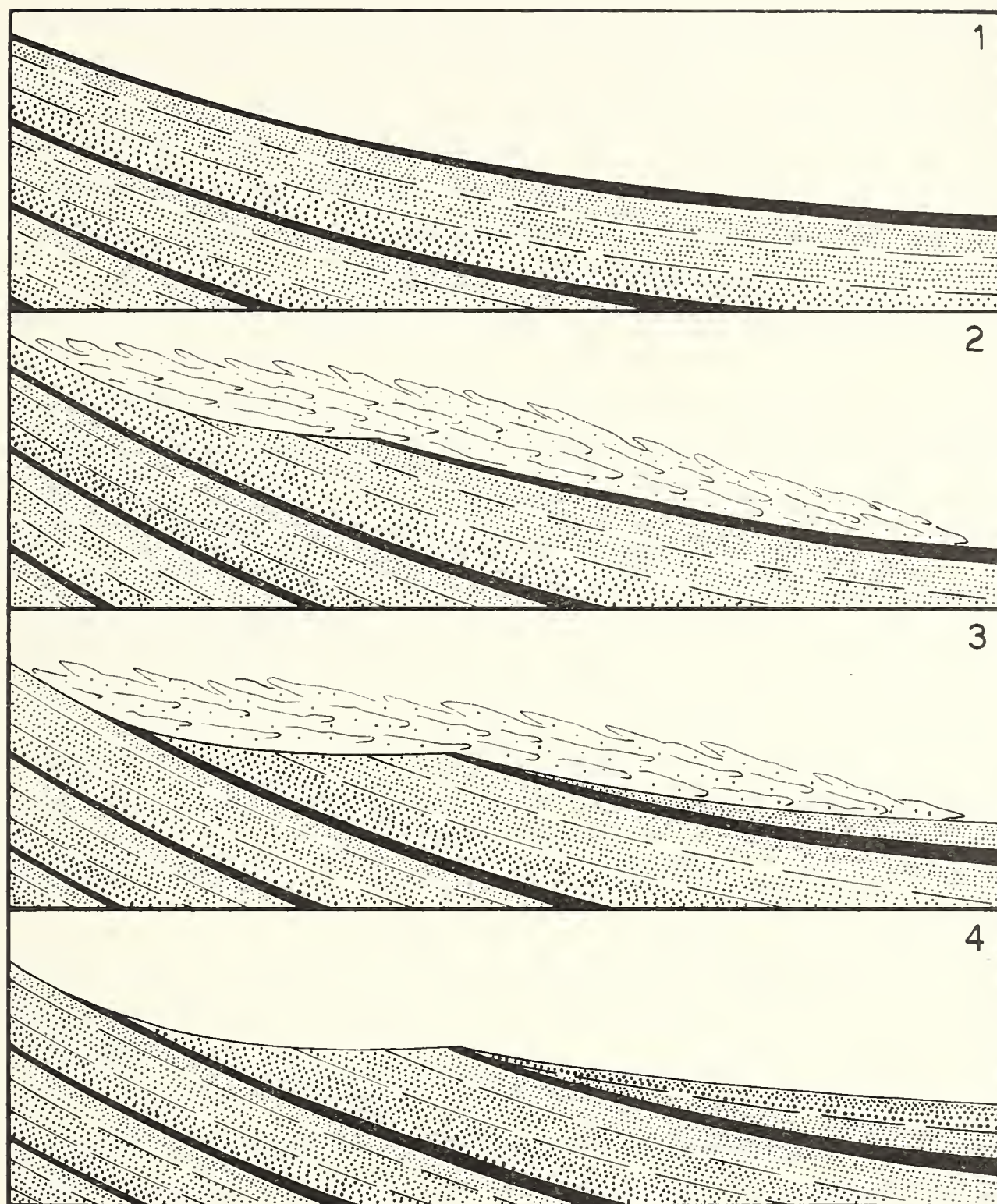



Fig. 4. — Ipotesi per spiegare la gradazione granulometrica inversa di alcuni strati di turbidite. 1) Il fondo marino è costituito da strati sovrapposti di sabbia gradata separati da livelli argillosi. 2) Il sollevamento della regione del fondo marino più prossima alle terre emerse, compensato da subsidenza del fondo del bacino, determina il franamento della parte superiore di uno strato di sabbia lungo una superficie interna argillosa. 3) Poco dopo frana la parte inferiore dello strato, generando un'altra corrente di torbidità che trasporta sabbia più grossolana. 4) Si è formato così uno strato di turbidite con gradazione granulometrica inversa.

N. B. - Nei disegni l'altezza è grandemente esagerata rispetto alla lunghezza. Lo spessore reale complessivo dei tre strati raffigurati poteva aggirarsi intorno ai 10 m, mentre la distanza tra la località di distacco della frana sottomarina e la località di accumulo poteva essere di 10 km.

guendo la morfologia del fondo marino. Questa ipotesi è confermata dall' osservazione del giunto a m 14,50; infatti lateralmente esso è sostituito da passate arenacee discontinue nettamente più grossolane della roccia sottostante e soprastante, una delle quali è un po' obliqua rispetto alla direzione di stratificazione. Si tratta quindi di una serie di canaletti di erosione che hanno assottigliato e in alcuni punti asportato completamente l' originario giunto argilloso.

*Fenomeni di erosione* di portata ben maggiore si osservano poco più in alto, alla sommità della serie. Come appare dalla fig. 5, il bancone di arenaria eterometrica che inizia a m 14,95, interessato in alto da un sottile giunto argilloso che va attenuandosi verso destra (guardando l' affioramento), si presenta troncato da un giunto molto alterato, nettamente obliquo rispetto alla stratificazione il quale, dove si ispessisce, risulta costituito da arenaria grossolana abbastanza ben classata includente numerosi ciottoli piatti di argilla. Nella parte destra del disegno si osserva che questo giunto arenaceo-argilloso si assottiglia fino a sparire e sul suo prolungamento l' arenaria eterometrica sottostante passa bruscamente, senza soluzione di continuità, a un' arenaria più grossolana ed omometrica. Questa prima lente di arenaria omometrica si assottiglia verso destra, finchè un' altra lente soprastante, anch' essa di arenaria omometrica, poggia direttamente sull' arenaria eterometrica. Si veda la fig. 3 della Tavola XV.

Si tratta dunque di due successive correnti laminari (cioè di acqua limpida, e non di torbidità), dotate di potere erosivo, che trasportavano sabbia grossolana ben classata proveniente da rimaneggiamento della sabbia eterometrica sottostante. La sabbia è stata depositata in seguito alla diminuzione d' intensità delle correnti, formando due lenti di arenaria omometrica gradata. La seconda ha un accenno a fissilità secondo alcune superfici piane e la testata è alterata a righe in rilievo e depressione: caratteristiche di una corrente fluttuante a fluidità normale (FERNANDEZ 1962).

## I giunti argillosi

I giunti argillosi intercalati ai banchi di arenaria rappresentano sedimenti pelagici il cui deposito è avvenuto in un tempo molto maggiore di quello necessario per la sedimentazione di uno strato di arenaria.

Le argille sono in straterelli di qualche cm, hanno colore grigio o verdiccio, mostrano talora fini lamine più chiare (più calcaree) e spesso includono, specie alla base degli straterelli, sottili livelletti e lenticelle di arenite fine ben classata. Sulla frattura obliqua rispetto alla stratificazione le argille mostrano una tipica lucentezza sericea, prodotta da lamelle di mica disposte parallelamente alla stratificazione in seguito a sedimentazione lenta in acque tranquille. Le principali superfici di stratificazione delle argille sono coperte da piccoli frustoli

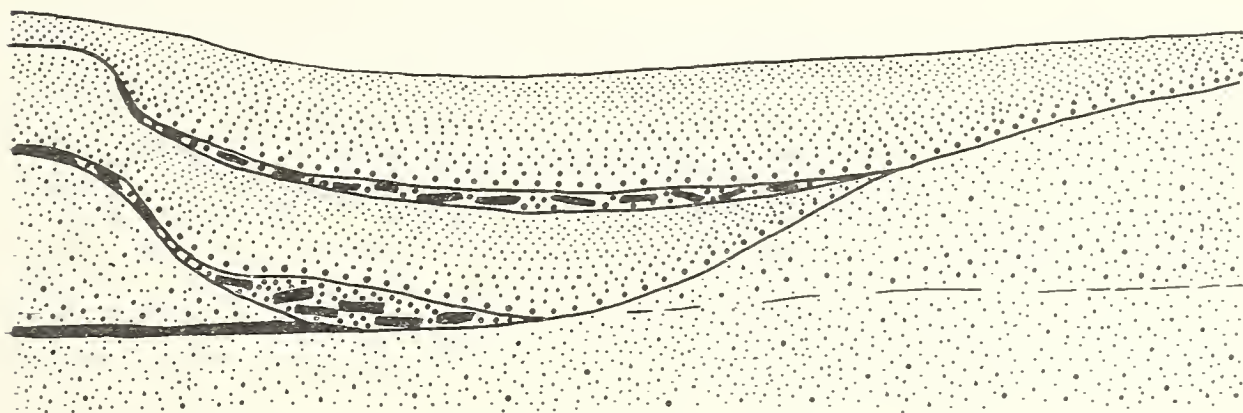



Fig. 5. — Due canali di erosione sovrapposti, alla sommità della serie della cava di Pratolungo. La larghezza dell'affioramento raffigurato è di circa 8 metri.

carboniosi; vi sono inoltre tubicini riempiti di ocra, prodotti da animali bentonici e obliqui rispetto ai piani di stratificazone, piste riempite di sabbia, e *Chondrites*.

In alcuni giunti si osservano strati di arenite fine omometrica, diversa quindi da quella che costituisce i banconi. Verso la parte alta, più calcarea, degli strati di arenite è talora presente una fitta laminazione di colore, che indica fluttuazioni d'intensità di una corrente a fluidità normale, e nello strato di calcare siltoso di m 9,50 si nota un accenno di microlaminazione inclinata (*current bedding*).

Tutti i precedenti caratteri litologici testimoniano una lenta sedimentazione pelagica di argille, interrotta da afflussi di correnti laminari che hanno depositato sabbie ben classate, spesso un po' gradate, e fine *silt* calcareo-quarzoso.

Dall'osservazione del *giunto complesso* che si estende da m 9,20 a m 10,80 è possibile dedurre che l'inclinazione del fondo marino aumentava progressivamente durante la sedimentazione del giunto: infatti salendo stratigraficamente gli strati di arenite mostrano feno-

meni di *slump* sempre più marcati. Questi si manifestano come ondulazioni delle superfici interne di laminazione, che si trovano soprattutto nella parte superiore degli strati, e anche delle superfici inferiori di stratificazione.

La progressiva inclinazione del fondo era verosimilmente dovuta a un *basculement* tettonico che, accentuandosi, ha causato nuove frane sottomarine, dalle quali hanno avuto origine i soprastanti banconi di arenaria eterometrica.

Qualche volta alla base degli strati di arenite presenti in questo giunto complesso si osservano notevoli protrusioni verso le argille sottostanti, che possono assomigliare a noduli quasi completamente staccati dallo strato. In quest' ultimo caso potrebbe trattarsi di *load-casts*, cioè di protrusioni verso il basso dovute all' improvvisa sedimentazione della sabbia sull' argilla ancora incoerente. Ma dato il limitato spessore di questi strati di arenite, è più probabile che si tratti di fenomeni di *slump*.

Risulta evidente (v. fig. 2 a m 9,60 e Tav. XIV) la presenza di un *sill clastico*, cioè di uno strato di arenaria formato per iniezione concordante, entro le argille del giunto già sedimentate, di una massa sabbiosa fluida, impregnata di acqua e proveniente da uno degli strati di arenaria soprastanti, o più probabilmente sottostanti al giunto complesso. La causa della formazione del *sill* è il carico prodotto dalla sedimentazione dei potenti banconi che seguono il giunto.

Il *sill*, di arenaria eterometrica analoga, anche microscopicamente [1], a quella dei banconi, termina bruscamente a punta dopo un lieve rigonfiamento dovuto alla pressione della massa fluida contro l' ostacolo che si opponeva alla sua propagazione. Il rigonfiamento terminale ha causato il ripiegamento verso l' alto e l' interruzione di uno straterello soprastante di calcare siltoso.

Il *sill clastico* scompare del tutto per m 1,50, poi ricompare, aumentando di spessore molto gradualmente, per ritornare poco dopo al suo spessore normale (25 cm). In questa seconda parte del sill si osservano passate grossolane discontinue verso il centro, e anche — per quanto meno grossolane — alla base.

---

[1] Vi è in realtà una percentuale di cemento calcitico più elevata della media, in seguito alla maggiore porosità originaria del materiale sabbioso (v. analisi del camp. *a*, Tabella 1).

## Le sezioni stratigrafiche simili al « Flysch » turoniano

Il secondo profilo colonnare qui presentato (fig. 7), situato stratigraficamente una trentina di metri sopra la serie della cava di Pratolungo, può dare un' idea di come si presentano le alternanze tra banchi di turbidite e sezioni stratigrafiche prive di depositi da correnti di torbidità. E' da tener presente che di solito, specie nella parte medio-inferiore della formazione, i banconi di turbidite sono isolati e non direttamente sovrapposti come in questi profili.

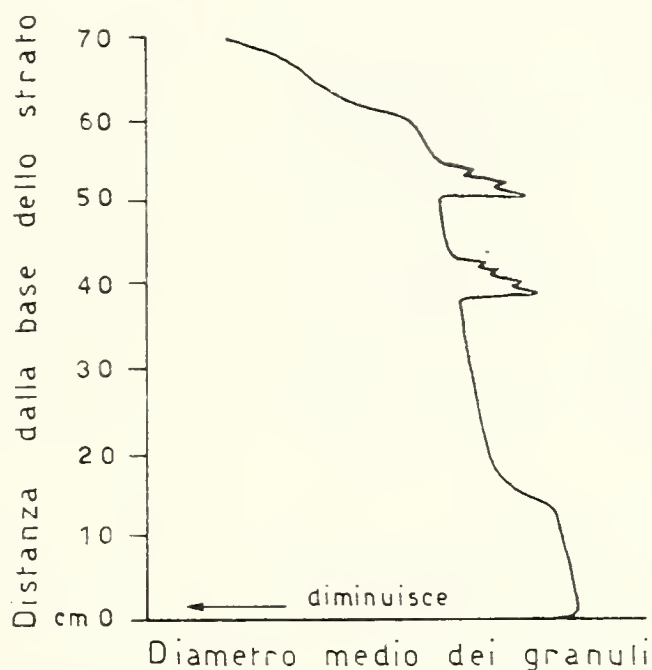



Fig. 6. — Rappresentazione qualitativa della gradazione granulometrica di uno strato di turbidite.

Nella metà inferiore del secondo profilo colonnare si osserva un tipo di sedimentazione sostanzialmente analoga a quella del *Flysch* turoniano. Il tipo litologico dominante è costituito da argille originariamente grige, ma qui profondamente alterate così da assumere colore arancione, laminate ma non molto fissili se fresche, risultato di una lenta sedimentazione pelagica. A lunghi intervalli in questo ambiente di acque calme sopraggiungevano correnti di acqua limpida, con pochissima sabbia e silt in sospensione, ma cariche di carbonati in soluzione, ovvero da poco precipitati per cause chimiche (calcipulverite). Si sono così sedimentati strati di calcare più o meno siltoso (sempre più argilloso alla sommità), ovvero di calcare arenaceo con

frequente e netta microlaminazione inclinata (*current bedding*), con la componente arenitica o siltosa sempre concentrata alla base dello strato e chiaramente gradata per diminuzione d' intensità della corrente.

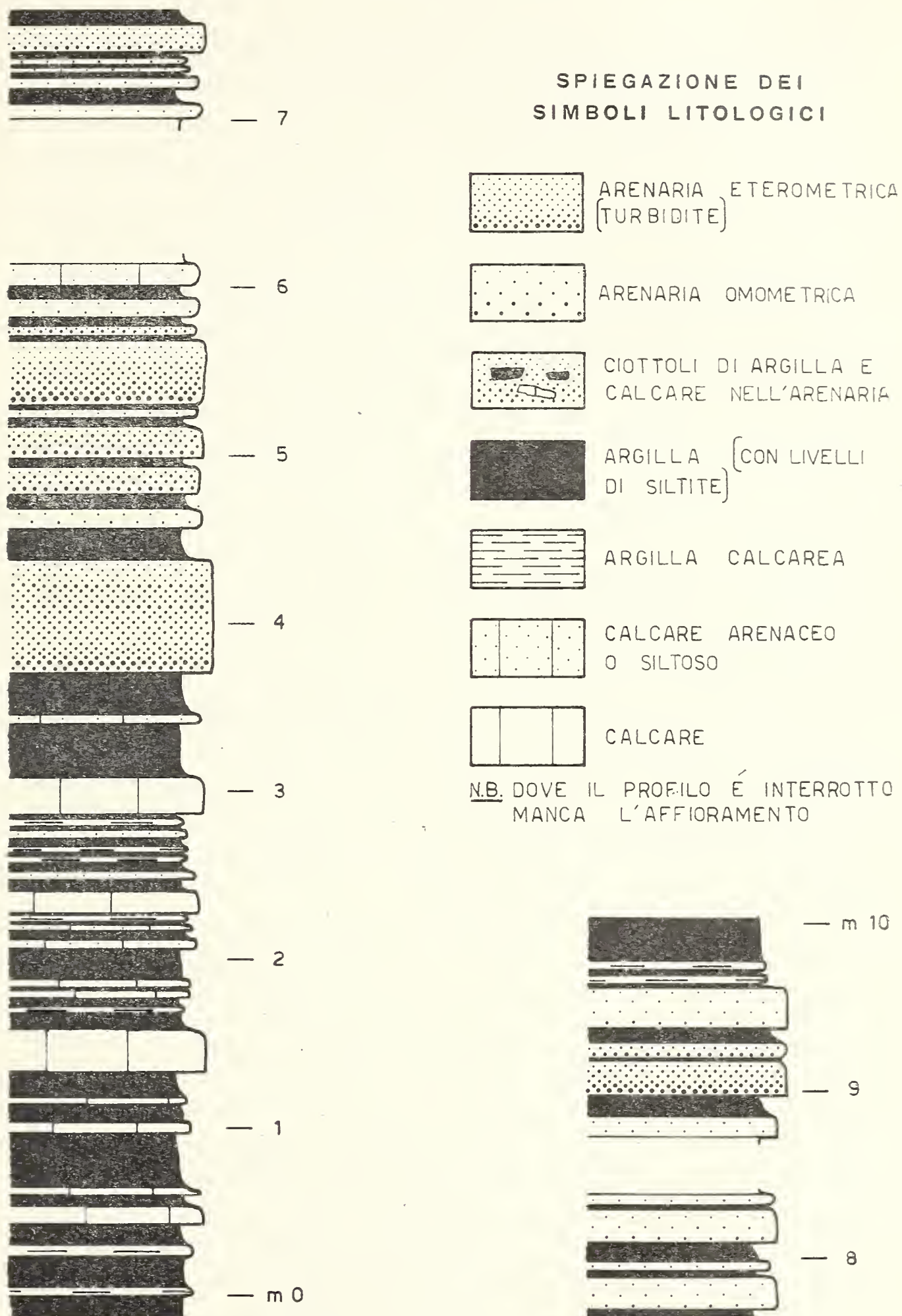
Un tipo litologico assai raro nella formazione, e che fa parte di queste unità stratigrafiche analoghe al *Flysch* turoniano, è un calcare pelagico color nocciola chiaro, che affiora sotto gli strati di arenaria della cava di Pratolungo e sotto quelli della cava di Sarnico.

Un' improvvisa ripresa dell' attività tettonica (sollevamento orogenico della regione alimentatrice) ha causato il sopraggiungere di correnti cariche di clastici fini in sospensione, e quindi con densità superiore alla normale. Si sono originati in tal modo dei grossi strati macroscopicamente identici ai banconi di arenaria eterometrica della cava di Pratolungo. Ad esempio il primo strato di arenaria inizia con 15 cm grossolani ed eterometrici, poi la grana diminuisce nettamente e si mantiene quasi costante per tutto lo strato, salvo diminuire di nuovo bruscamente negli ultimi 10-15 cm. Verso l' alto si notano sottili passate a tessitura più grossolana e un ciottolo piatto di argilla (v. fig. 6). Negli ultimi cm si intravede una tenue laminazione, un po' ondulata per *slump*.

Tutti i suddetti caratteri sono propri delle arenarie eterometriche deposte da correnti di torbidità, forse qui a densità meno elevata di quelle da cui hanno tratto origine i banconi della cava, per l' eterometria meno marcata e il cemento di aspetto più calcareo (Tabella 1, campione *h*).

Interstratificate ai banchi di arenaria eterometrica si osservano argille e areniti fini omometriche non sensibilmente gradate, a cemento calcareo talora assai abbondante. Queste areniti omometriche sono state deposte da correnti a densità normale che erodevano parte degli strati di sabbia eterometrica immediatamente sottostanti, rideposítando una sabbia ben classata.

Le condizioni ambientali presenti durante il deposito di questi strati di sabbia omometrica erano verosimilmente del tutto simili a quelle che prevalevano durante la sedimentazione della prima parte, argilloso-calcarea, della serie. La presenza, in questa seconda parte, di arenarie omometriche è dovuta unicamente all' esistenza delle sabbie eterometriche che potevano essere erose e classate granulometricamente dalle correnti di fondo. Si osservi come il numero e lo spessore

Fig. 7. — Serie sulla strada della cava di Pratolungo. Questa serie si trova stratigraficamente una trentina di metri sopra quella della cava di Pratolungo e mostra l'alternanza tra depositi argilloso-calcarei e strati di turbidite. I simboli litologici valgono anche per la fig. 2 a pag. 89.

degli strati di arenaria eterometrica diminuisce verso l' alto, mentre contemporaneamente aumentano le arenarie omometriche e le argille, in seguito al progressivo attenuarsi dei fenomeni tettonici che hanno originato le correnti di torbidità.

## LE CAVE DI SARNICO

All' estremità occidentale del Lago d' Iseo, nel territorio di Sarnico, numerose cave sono aperte nelle arenarie della *Formazione di Pratolungo*. Alcune grandi cave sono situate immediatamente a Nord di Sarnico, altre minori a Sud sui fianchi del Monte S. Onofrio. Tutte queste cave sfruttano banconi di arenaria situati probabilmente al medesimo livello stratigrafico, dato che la formazione è ripiegata in un' ampia sinclinale presso il cui nucleo si trova Sarnico (CACCIAMALI 1950, pag. 79). E' da notare il fatto che sotto il bancone di arenaria delle cave a Nord di Sarnico affiora uno strato di calcare pelagico biancastro, del tutto analogo a quello osservato sotto i banconi della cava di Pratolungo.

L' arenaria di Sarnico presenta macroscopicamente una tessitura un po' diversa da quella delle arenarie coniaciane del Bergamasco occidentale: ha infatti grana leggermente più grossolana, ed ha migliore classazione granulometrica (v. istogrammi granulometrici, fig. 8). Le strutture sedimentarie dei banconi di arenaria sono analoghe a quelle osservate nella cava di Pratolungo; la gradazione granulometrica è però meno marcata.

Nelle cave a Nord di Sarnico si possono osservare interessanti fenomeni di *erosione interna agli strati*, che chiariscono e completano le osservazioni compiute nella cava di Pratolungo. I banconi di arenaria sono potenti fino a una decina di metri, e separati da sottili giunti costituiti da argille pelagiche e livelletti spesso lentiformi di arenaria fine. Entro lo stesso bancone si possono quasi sempre distinguere più fasi successive di sedimentazione. Infatti ogni bancone di arenaria non è il risultato della sedimentazione del materiale trasportato da un' unica corrente di torbidità, bensì è determinato dalla sovrapposizione di più livelli di arenaria, ognuno dei quali è stato depositato da una corrente di torbidità distinta.

I livelli si differenziano per lievi variazioni di colore e di grana; spesso la base di un livello è in contatto erosivo, un po' ondulato, sul

livello sottostante, ma senza che sia presente il minimo velo argilloso. Altre volte nei primi centimetri di un livello sono inclusi molti ciottoli piatti di argilla, lunghi alcuni cm o eccezionalmente fino a mezzo metro, e talora ripiegati a testimoniare la loro plasticità al momento della sedimentazione. In un livello, visibile all' estremità occidentale delle grandi cave di Sarnico è presente un grosso ciottolo piatto di calcare chiaro pelagico, lungo m 1,20 e spesso m 0,30, disposto un po' trasversalmente rispetto al piano di stratificazione. In altri casi le superfici inferiori dei singoli livelli sono segnate da frustoli carboniosi, concentrati in sottili lenti, che sulle testate dei banconi danno luogo ad allineamenti di macchie e colaticci ocracei in seguito all'ossidazione dei solfuri di ferro originariamente associati ai frustoli carboniosi, i quali possono rappresentare detrito vegetale trasportato dalla corrente di torbidità, ovvero frammenti di Alghe radicate sul fondo marino e travolte dalla corrente di torbidità.

Si osserva anche la presenza di piccoli *filoni clastici*, cioè di protrusioni filoniane verso l' alto o verso il basso di un livello di arenaria, per es. più chiara o più grossolana, entro livelli di arenaria lievemente diversa per colore o per grana. All' estremità orientale delle grandi cave è possibile osservare che un livello di arenaria grigio-scura, potente circa 10 cm e poggiante direttamente su un giunto argilloso, è stato eroso parzialmente da una successiva corrente di torbidità, che lo ha frammentato in grosse piastre e ha deposto sopra di esso e nelle fratture una sabbia lievemente più grossolana e più chiara. La superficie di contatto è assolutamente priva di velo argilloso, ondulata (erosiva) e segnata da ciottoli piatti di argilla alla base dell' arenaria più chiara.

I fenomeni erosivi connessi con la sedimentazione delle arenarie sono particolarmente evidenti quando la base di un grosso banco, poggiante su un giunto di argille e di sottili strati arenacei, si inflette verso il basso, troncando e interrompendo il giunto, fino a congiungersi talvolta con la sommità del bancone sottostante. L' inflessione verso il basso ha la forma di un grosso canale, largo due o tre metri, ed è costituita da arenaria a grana un po' più grossolana del normale, talora con numerosi ciottoli piatti di argilla.

Un' altra manifestazione dei fenomeni erosivi che hanno accompagnato il flusso di una corrente di torbidità, precedendo immediata-

mente il deposito del detrito da essa trasportato, è data dalla presenza di *giunti argillosi lentiformi*. Abbiamo già notato nella cava di Pratolungo che alcuni sottili giunti argillosi si assottigliano lateralmente fino a sparire, tanto che due strati di arenaria distinti arrivano a fondersi. Nella zona di Sarnico il fenomeno è più accentuato: talora anzi vi sono lenti larghe qualche metro e spesse circa un decimetro, costituite da ciottoli piatti di argilla; si tratta del residuo di un giunto argilloso che originariamente si estendeva su una vasta area del fondo marino, e che è stato poi frammentato e asportato quasi completamente da una corrente di torbidità.

Dopo la deposizione di un bancone di sabbia, hanno avuto luogo probabilmente dei moti di scivolamento gravitativo verso le zone più profonde del bacino, con formazione di piccole faglie dirette. Infatti la superficie superiore di stratificazione di un bancone, bene esposta all' estremità orientale delle grandi cave di Sarnico, è segnata da alcune lunghe fratture parallele, con lievissimi abbassamenti a gradinata. Gli scivolamenti sono tutti avvenuti verso SW; alcune fratture sono riempite da filoncelli di arenaria più grossolana e più resistente all' alterazione. L' ipotesi che la profondità del bacino sedimentario aumentasse verso SW è confermata dalla presenza, sulla superficie superiore di un altro strato, di *ripple-marks* per corrente diretta a SW.

La grana media delle arenarie è un po' maggiore nei dintorni di Sarnico rispetto agli altri affioramenti del Bergamasco e della Brianza; inoltre l' arenaria è meglio classata e il cemento calcitico di origine secondaria è più abbondante (v. fig. 8). Infine le strutture sedimentarie mostrano che il deposito di uno strato di sabbia o di argilla era quasi immediatamente seguito da una forte azione erosiva da parte di una successiva corrente di torbidità, tanto che tutto o quasi tutto lo strato di sedimento appena deposto poteva passare nuovamente in sospensione.

Tutte queste caratteristiche indicano che la profondità del fondo marino durante il deposito della *Formazione di Pratolungo* era minore nella regione di Sarnico rispetto alla zona situata più ad Ovest. In via ipotetica si possono attribuire le arenarie di Sarnico a un ambiente infraneritico, mentre le arenarie coniaciane nel resto della Lombardia possono appartenere, per l' insieme delle loro strutture, a un ambiente epibatiale.

## CARATTERISTICHE PETROGRAFICHE

### Tessitura

Le arenarie eterometriche in banconi della *Formazione di Pratolungo* possono essere classificate petrograficamente come subgrovacche. I motivi di questa attribuzione sono i seguenti:

1) La percentuale dei feldspati è bassa (7-8%); vi è inoltre una elevata percentuale (20-25%) di granuli composti da frammenti di rocce, soprattutto metamorfiche (Tabella 1). Queste caratteristiche di composizione fanno rientrare le arenarie nel gruppo delle arenarie litiche.

2) La roccia presenta macroscopicamente una eterometria abbastanza distinta, ma non molto accentuata.

Quest' ultima osservazione è precisata dalle analisi granulometriche (fig. 8) dalle quali risulta che i due campioni di arenaria provenienti dalla cava di Pratolungo hanno in media il 23% di granuli clastici di dimensioni inferiori a quelle della sabbia (< 1/16 di mm). Questa percentuale di *silt* e argilla farebbe rientrare le arenarie in questione nel gruppo delle grovacche, ma la presenza di cemento secondario di calcite (10% in media) e l' aspetto microscopico simile a quello di altre subgrovacche (PETTIJOHN 1951, tav. 19) rendono opportuno classificare le arenarie di Pratolungo come subgrovacche. Si potrebbe aggiungere al termine subgrovacche l' attributo « calcarenitiche », per l' elevata percentuale di granuli detritici di carbonati (15-20%).

Le analisi granulometriche qui presentate sono state eseguite per setacciatura fino al diametro di 1/16 di mm e per decantazione col metodo della pipetta (KRUMBEIN & PETTIJOHN 1938, pag. 166 e segg.) per i diametri inferiori. Esse illustrano i tipi litologici principali che possono essere distinti macroscopicamente [1].

---

[1] La colonnina tratteggiata presente alla destra di ogni istogramma rappresenta il valore del « resto », cioè il peso percentuale cumulativo di tutte le classi granulometriche con diametro inferiore a quello della classe più fine determinata coll' analisi.

Ritengo opportuno sottolineare la notevole difficoltà incontrata per ottenere una disgregazione completa (controllata al binoculare) delle singole classi granulometriche dei campioni di arenaria. La roccia viene usata nel Bergamasco come pietra da taglio per gradini, architravi, ecc.,

I due istogrammi relativi a campioni della cava di Pratolungo sono assai simili tra loro (v. anche le curve cumulative) e presentano un andamento simmetrico, cioè con distribuzione analoga delle frazioni più grossolane e più fini rispetto alla classe modale.

I due istogrammi di campioni provenienti da Sarnico e rappresentativi delle due facies granulometriche (arenaria più e meno grossolana) distinguibili macroscopicamente mostrano di avere ambedue la classe modale spostata, rispetto alle arenarie della cava di Pratolungo, di un grado della scala di Wentworth verso i diametri maggiori. Ambedue mostrano una marcata asimmetria con presenza di una « coda » verso le frazioni più fini. La classazione granulometrica è nettamente migliore che nelle arenarie della cava di Pratolungo. La curtosi (preminenza della classe modale rispetto alle altre classi) è anche più marcata.

Il quinto istogramma riguarda un litotipo assai raro nella *Formazione di Pratolungo*, che ho potuto osservare solo in uno strato potente m 1,20 e affiorante poco sopra il paese di Cagliano (Brianza) sulla strada per San Genesio, presso il bivio per Campsirago. E' evidente la eccezionale eterometria (sono presenti anche ciottoli isolati, grossi fino a cm 10 x 4); si noti l' elevato valore del resto, che sta a significare la presenza di molte classi granulometriche a diametro inferiore a 1 micron. Lo strato deriva dal deposito di materiale trasportato da una corrente di torbidità a densità notevolmente elevata. Si veda la fig. 4 della Tavola XV.

## Analisi mineralogiche per via ottica

In sezione sottile le subgrovacche di Pratolungo appaiono come un mosaico costituito da granuli di forma irregolare e di dimensioni variabili con continuità, tanto che non è distinguibile a prima vista una matrice formata da materiale detritico di dimensioni nettamente minori della media, nè un cemento di origine diagenetica. La roccia è assai compatta e di difficilissima disgregazione appunto per la sua eterometria, che permette un contatto perfetto tra i vari granuli. Al contatto tra i granuli è avvenuta talora una lieve ricristallizza-

---

per la sua grande compattezza. Ho adottato diversi metodi (HCl diluito, $H_2O_2$, iposolfito di sodio, ecc.) avendo la massima cura di non alterare la granulometria reale. Il trattamento con HCl diluito ha evidentemente dissolto i granuli di sabbia calcarea (max. 10%), aumentando così leggermente la percentuale relativa della frazione argillosa.

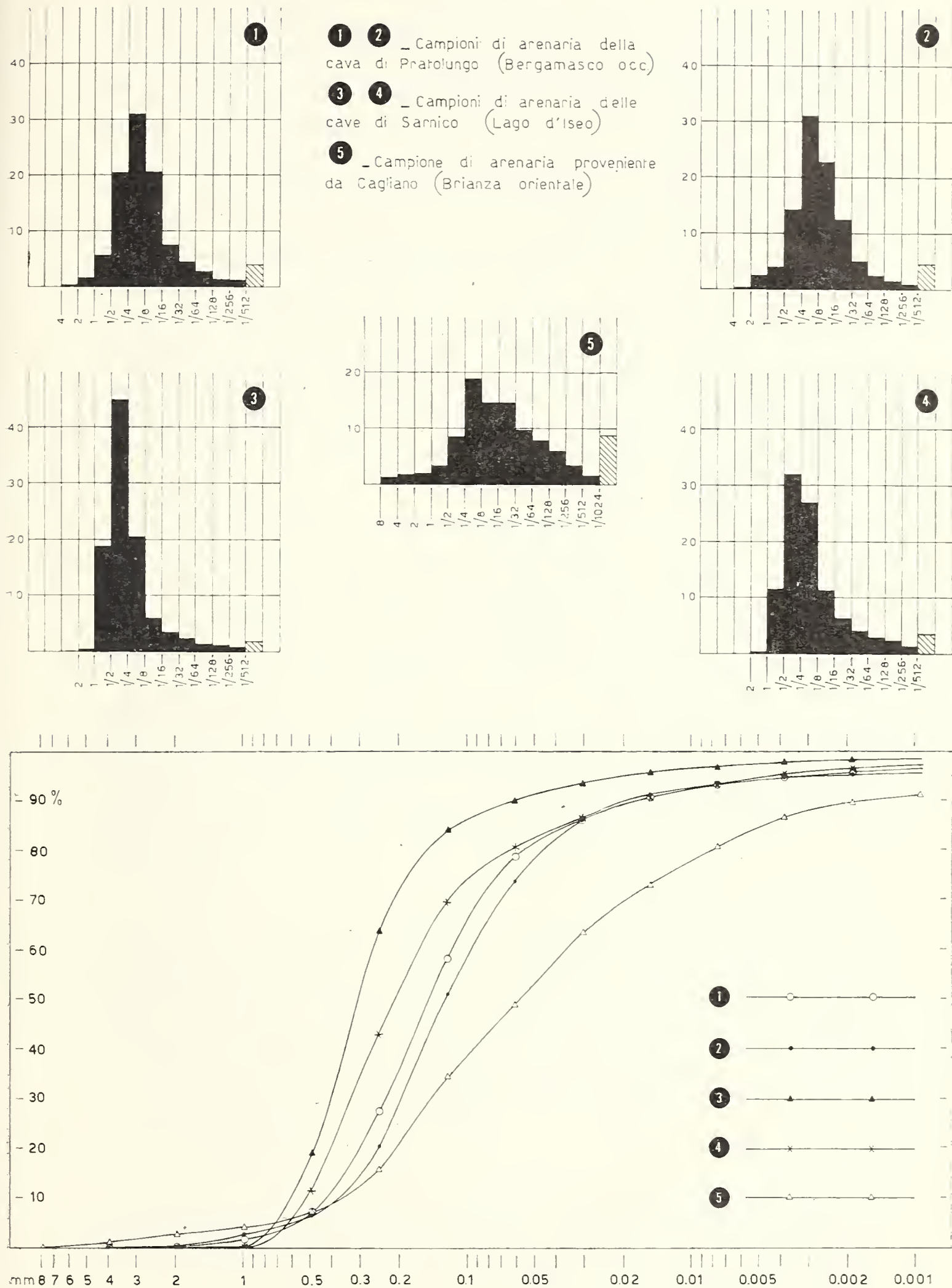



Fig. 8. — Analisi granulometriche di arenarie della Formazione di Pratolungo.

zione e interpenetrazione: in qualche caso infatti alcuni granuli di quarzo di natura petrografica diversa (granitico, gneissico, quarzitico) sono saldati a formare una plaga unica a struttura quarzitica, senza però che sia visibile quarzo secondario di sutura. I margini dei granuli di quarzo sono frequentemente intaccati e corrosi dalla calcite con cui sono a contatto. E' presente scarso cemento calcitico di origine secondaria, distinguibile dai granuli di carbonati detritici per la limpidezza e la forma allotriomorfa.

Descriverò qui brevemente l'aspetto dei principali componenti mineralogici delle subgrovacche di Pratolungo, dei quali ho anche determinato le percentuali per mezzo di un tavolino integratore per punti, con distanza tra i punti di una stessa strisciata di 0,3 mm. Per ogni sezione ho contato da 1500 a 2000 punti; è da notare che il tavolino integratore per punti è insostituibile con quello per linee in questo caso, date le piccole dimensioni e i contorni poco chiari di molti granuli (JUNG & BROUSSE 1959).

I risultati di queste analisi sono riportati nelle prime tre tabelle. Per ogni componente mineralogico vengono date due percentuali [1]: la prima (in carattere normale) è la percentuale reale calcolata sulla sezione sottile; la seconda (in carattere corsivo) è la percentuale ricalcolata portando a 100,00 la somma dei vari componenti mineralogici escluso il cemento calcitico. Questo secondo valore elimina la differenza tra i campioni dovuta alle diverse percentuali di cemento secondario, cioè ai diversi valori della porosità originaria delle sabbie. Ovviamente per il confronto con i dati diffrattometrici si deve tener conto delle percentuali reali. Il numero riportato a fianco di ogni media è l'errore standard, cioè una misura dello scarto tra la media misurata e la media reale, ottenibile con un numero grandissimo di misurazioni.

Il *quarzo* si presenta in due varietà: magmatico e metamorfico. Una distinzione sicura tra le due varietà non è sempre possibile ed è necessario fondarsi su criteri piuttosto soggettivi; il quarzo proveniente da rocce metamorfiche è più abbondante di quello proveniente da rocce magmatiche secondo un rapporto di 2,68, calcolato su 16 sezioni. L'errore standard del suddetto rapporto medio è $\pm$ 0,12.

Il *quarzo magmatico* è in granuli generalmente monocristallini.

---

[1] Le percentuali vengono date fino alla seconda cifra decimale; in realtà sia in queste prime tre tabelle, sia nella quarta (analisi diffrattometriche) la precisione dei metodi analitici consentirebbe di dare al massimo la prima cifra decimale.

a estinzione netta o quasi, ricchi di minute bollicine e contenenti talora qualche microlite prismatico probabilmente di zircone. In molte sezioni ha sfericità media 0,6 con punte verso 0,7 e arrotondamento 0,20 prescindendo dalle seghettature del margine dei granuli là dove questi sono a contatto col cemento calcitico. Il *quarzo metamorfico* è soprattutto quarzitico, in frammenti policristallini a grana fine; quando sono a grana grossa, i singoli individui cristalloblastici sono subesagonali. Alcuni frammenti di quarzo metamorfico a grana fine contengono inclusioni isorientate di clorite e di altri minerali micacei; per aumento di queste inclusioni si passa alla categoria dei granuli di rocce metamorfiche (v. sotto). Altri granuli, quasi opachi per inclusione di sostanze carboniose, sono attraversati da vene di quarzo limpido. E' presente anche del quarzo gneissico, in granuli policristallini coi singoli individui cristalloblastici appiattiti.

La *selce* è in granuli spesso di grosse dimensioni; quando non sono presenti Radiolari o spicole di Spugne, si distingue dalle quarziti metamorfiche a grana fine per l'estinzione ondulata dei singoli cristallini di quarzo. E' frequente una sostituzione selettiva dei Radiolari contenuti nei granuli di selce da parte della calcite.

I *frammenti di roccia* comprendono essenzialmente granuli di parascisti, nei quali è talvolta riconoscibile traccia di precedenti strutture sedimentarie. Si tratta di areniti e siltiti metamorfiche; vi sono tipi prevalentemente micacei (filladi) e varietà più quarzose, che passano a quarziti e altre rocce metamorfiche molto quarzose. Ho attribuito alla classe « quarzo (metamorfico) » i granuli con poche laminette di mica (massimo 20%) e senza più traccia di struttura sedimentaria.

I *feldspati*, comprendenti ortose e plagioclasi, si possono distinguere dal quarzo solo quando è presente sfaldatura o geminazione, ma altrimenti si confondono col quarzo perchè sono assolutamente limpidi, e data la piccolezza dei granuli non è possibile in genere osservare la figura d'interferenza o la linea di Becke. Le percentuali di feldspati risultanti dal conteggio al microscopio sono quindi sensibilmente inferiori al valore reale, come dimostrano le analisi quantitative coi raggi X (v. appresso).

I *frammenti di organismi* comprendono rari frammenti di *Archaeolithothamnium* e di Lamellibranchi con caratteristica struttura prismatica. Per la maggior parte si tratta di granuli monocristallini di calcite, talora di forma prismatica, che possono in molti casi essere interpretati come prismi di *Inoceramus*.

TABELLA 1

*Analisi microscopiche col tavolino integratore per punti*

Cava di Pratolungo

| Campione | Quarzo | Selce | Frammenti di rocce | Feldspati | Carbonati detritici e resti di organismi | Cemento calcitico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *a* | 35,77 | 3,22 | 22.01 | 0.57 | 16,63 | 21,79 |
| | *45,73* | *4,13* | *28.14* | *0,73* | *21,26* | |
| *b* | 39,37 | 2,67 | 23,81 | 2,86 | 16,61 | 14,68 |
| | *46,13* | *3,13* | *27,92* | *3,35* | *19,47* | |
| *c* | 43,01 | 3,18 | 29,25 | 1,37 | 15,17 | 8,01 |
| | *46,75* | *3,46* | *31.80* | *1,49* | *16,49* | |
| *d* | 48,74 | 4,59 | 20,85 | 0,74 | 16,28 | 8,55 |
| | *53,29* | *5,02* | *22,80* | *0,81* | *17,80* | |
| *e* | 48,53 | 2,94 | 23,82 | 1,15 | 13,69 | 9,87 |
| | *53,84* | *3,25* | *26,42* | *1,27* | *15,18* | |
| *f* | 40,63 | 7,55 | 19,98 | 1,11 | 15,91 | 14,80 |
| | *47,69* | *8,86* | *23,45* | *1,30* | *18,67* | |
| *g* | 48,03 | 3,86 | 25,96 | 1,81 | 10,35 | 9,99 |
| | *53,35* | *4,29* | *28,84* | *2,01* | *11,51* | |
| *h* | 36,24 | 4,62 | 19,96 | 2,35 | 14,67 | 22,16 |
| | *46,56* | *5,93* | *25,64* | *3,02* | *18,85* | |
| | 42,54±1,91 | 4,08±0,56 | 23,20±1,14 | 1,49±0,28 | 14,91±0,75 | 13,73±2,01 |
| | *49,17±1,28* | *4,76±0,67* | *26,88±1,04* | *1,75±0,34* | *17,40±1,06* | *10,98±1,23* * |

* Percentuale calcolata escludendo i campioni *a* ed *h* (v. testo pag. 112).

N.B. - Le percentuali in carattere corsivo sono state calcolate escludendo il cemento calcitico (v. testo)

TABELLA 2

*Analisi microscopiche col tavolino integratore per punti*

Cave di Sarnico

| Campione | Quarzo | Selce | Frammenti di rocce | Feldspati | Carbonati detritici e resti di organismi | Cemento calcitico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *i* | 40,45<br>*46,73* | 4,94<br>*5.70* | 26,94<br>*31,12* | 1,87<br>*2,15* | 12,38<br>*14,30* | 13,42 |
| *l* | 43,02<br>*49,78* | 9,86<br>*11,41* | 19,19<br>*22,21* | 3,36<br>*3,89* | 10,98<br>*12,71* | 13,59 |
| *m* | 38,04<br>*46,24* | 6,35<br>*7,72* | 21,29<br>*25,88* | 2,72<br>*3,31* | 13,86<br>*16,85* | 17,74 |
| *n* | 43,60<br>*50,13* | 10,07<br>*11,58* | 15,52<br>*17,83* | 2,27<br>*2,61* | 15,52<br>*17,85* | 13,02 |
| | 41,28±1,28<br>*48,22±1,01* | 7,80±1,28<br>*9,10±1,44* | 20,73±2,38<br>*24,26±2,81* | 2,55±0,32<br>*2,99±0,38* | 13,18±0,97<br>*15,43±1,17* | 14,44±1,10 |

N. B. - Le percentuali in carattere corsivo sono state calcolate escludendo il cemento calcitico (v. testo)

**Provenienza dei campioni di arenaria analizzati nelle Tabelle 1, 2, 3, 4.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *a* | cava di Pratolungo | m 9,80 | *p* | Fontanella (M. Canto Basso) | |
| *b* | » » | » 11,00 | *q* | S. Bartolomeo » » | |
| *c* | » » | » 13,10 | *r* | Giovenzana (Brianza orient.) | |
| *d* | » » | » 15,30 | *s* | Bergamo | |
| *e* | » » | » 15,95 | *t* | Mapello (M. Canto Basso) | |
| *f* | » » (subito sopra ad *e*) | » 15,95 | *u* | Giovenzana (Brianza orient.) | |
| | | | *v* | » » » | |
| *g* | cava di Pratolungo | » 16,50 | *z* | » » » | |
| *h* | strada cava di Pratolungo | » 4,60 | *α* | cava di Pratolungo | m 3,05 |
| *i* | cava orient. Sarnico | | *β* | » » | » 4,60 |
| *l* | cava occid. Sarnico | | *γ* | » » | » 6,90 |
| *m* | cava orient. Sarnico | | *δ* | » » | » 9,15 |
| *n* | cave di S. Onofrio (a S di Sarnico) | | *ε* | » » | » 11,35 |
| *o* | Tribulina (M. Canto Basso) | | *ζ* | » » | » 16 05 |

TABELLA 3

*Analisi microscopiche col tavolino integratore per punti*

Località varie (v. testo)

| Campione | Quarzo | Selce | Frammenti di rocce | Feldspati | Carbonati detritici e resti di organismi | Cemento calcitico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *o* | 38,89<br>*49,54* | 5,02<br>*6,39* | 22,21<br>*28,28* | 1,77<br>*2,25* | 10,63<br>*13,54* | 21,48 |
| *p* | 41,04<br>*51,52* | 2,99<br>*3,75* | 21,18<br>*26,59* | 1,94<br>*2,44* | 12,50<br>*15,70* | 20,35 |
| *q* | 43,68<br>*49,15* | 4,75<br>*5,34* | 19,31<br>*21,73* | 1,63<br>*1,83* | 18,63<br>*20,96* | 11,12 |
| *r* | 24,49<br>*32,00* | 1,84<br>*2,40* | 12,79<br>*16,71* | 0,88<br>*1,15* | 36,54<br>*47,74* | 23,46 |
| *s* | 46,52<br>*52,61* | 4,55<br>*5,15* | 25,86<br>*29,24* | 3,64<br>*3,23* | 8,64<br>*9,77* | 11,57 |
| *t* | 43,22<br>*49,24* | 8,08<br>*9,21* | 21,27<br>*24,23* | 2,00<br>*2,28* | 13,20<br>*15,04* | 12,23 |
| *u* | 41,72<br>*47,70* | 5,03<br>*5,75* | 25,93<br>*29,65* | 2,17<br>*2,48* | 12,61<br>*14,42* | 12,54 |
| *v* | 40,76<br>*48,49* | 2,54<br>*3,02* | 25,74<br>*30,62* | 2,04<br>*2,43* | 12,97<br>*15,44* | 15,94 |
| *z** | 31,64<br>*40,81* | 2,82<br>*3,64* | 21,50<br>*27,73* | 1,97<br>*2,54* | 19,59<br>*25,28* | 22,48 |
| | 40,04 ± 2,36<br>*47,53 ± 2,29* | 4,35 ± 0,68<br>*5,13 ± 0,76* | 21,79 ± 1,56<br>*25,88 ± 1,68* | 2,01 ± 0,27<br>*2,26 ± 0,21* | 15,71 ± 3,14<br>*19,08 ± 4,23* | 16,09 ± 1,76 |

* Le medie non comprendono il campione *z* (v. testo)

N. B. - Le percentuali in carattere corsivo sono state calcolate escludendo il cemento calcitico (v. testo)

I *granuli di rocce carbonate* comprendono frammenti, a sfericità ed arrotondamento elevati, di rocce a grana criptocristallina, microcristallina e cristallina. L' analisi coi raggi X ha rivelato che sono costituiti in parte da dolomia.

Il *cemento calcitico* si distingue dai granuli di carbonati detritici per la sua limpidezza, e si trova in plaghe allotriomorfe. Esso è alquanto più abbondante nei campioni provenienti dalle cave di Sarnico, per la loro migliore classazione granulometrica. La percentuale di cemento è superiore alla media nel campione *a* della cava di Pratolungo, perchè esso proviene da un *sill* clastico, formato per infiltrazione di sabbia in un giunto argilloso (v. pag. 96), e nel campione *h* per i motivi esposti a pag. 98.

La terza tabella rappresenta la composizione mineralogica di campioni provenienti da diversi livelli stratigrafici della formazione e da diverse località. I primi quattro campioni provengono dalla base della formazione (i primi tre dal M. Canto, il quarto dalla Brianza orientale). I campioni *r* (Brianza orientale), *t* (M. Canto) ed *s* (N. di Bergamo) rappresentano la parte medio-alta della formazione. Il campione *v* (Brianza orientale) proviene dalla sommità della formazione; il campione *z* (Brianza orientale) è un' arenaria omometrica inclusa nella base della formazione conglomeratica santoniana. In questa tabella le percentuali medie dei componenti mineralogici sono analoghe a quelle delle altre due tabelle, ma gli errori standard sono ovviamente maggiori, trattandosi di campioni provenienti da posizioni stratigrafiche e località assai diverse.

## Analisi diffrattometriche quantitative

Alcuni campioni di arenaria provenienti dalla cava di Pratolungo sono stati sottoposti ad analisi diffrattometrica quantitativa coi raggi X. Le analisi sono state eseguite nel 1961 durante un mio soggiorno presso l' Istituto di Mineralogia dell' Università di Firenze. Ho preparato i campioni per l' analisi ed ho eseguito i calcoli relativi secondo il metodo messo a punto e descritto dal Prof. C. CIPRIANI nei suoi lavori sulle arenarie Macigno (1958, 1961).

E' interessante confrontare i risultati dell' analisi al microscopio con quelli ottenuti al diffrattometro; alcune analisi sono state compiute sugli stessi campioni con ambedue i metodi [1].

---

[1] Il confronto tra la composizione media della serie di campioni studiata per via ottica e di quella analizzata col diffrattometro è lecito

Per il *quarzo* l'analisi diffrattometrica dà solo apparentemente un risultato diverso da quella al microscopio. Considerando infatti le percentuali medie ottenute al microscopio sui campioni della cava di Pratolungo, è necessario aggiungere al valore 42% relativo al quarzo, il 4% dei granuli di selce (costituiti da quarzo microcristallino) e circa 10% per il quarzo contenuto nei frammenti di roccia. Dal valore 56% così ottenuto bisogna poi sottrarre 5% per i feldspati non distinguibili dal quarzo per via ottica. Si ottiene quindi il valore 51%, identico a quello determinato per via diffrattometrica.

Per i *feldspati* è opportuno accettare i valori forniti dal diffrattometro (una certa percentuale di feldspati può essere contenuta anche nei frammenti di roccia) per i motivi esposti poco sopra.

Per i *carbonati* non è possibile un confronto diretto, perchè è stata accertata col diffrattometro la presenza di dolomite, evidentemente clastica. Per dosare quantitativamente la dolomite, ho trattato 1 gr di polvere dei campioni analizzati al diffrattometro con HCl 1:1 su bagnomaria, per disciogliere la calcite e la dolomite. Nel filtrato ho precipitato due volte il $Fe'''$ con $NH_4Cl$ e ammoniaca, e ho portato a volume la soluzione di Ca e Mg così ottenuta. Ho poi titolato il Ca e il Mg con Versene 0,01 N, usando muresside e nero eriocromo T come indicatori, con apprezzamento visuale del punto di viraggio e ripetendo ogni determinazione da quattro a otto volte. Con semplici calcoli stechiometrici ho ottenuto le percentuali di calcite e dolomite (Tabella 4). Si noti l'ottimo accordo tra le percentuali di calcite fornite dall'analisi chimica e da quella diffrattometrica.

Conoscendo così le percentuali di dolomite di alcuni campioni, è possibile fare un confronto con i dati risultanti dall'esame microscopico. Se confrontiamo i valori medi ottenuti per la cava di Pratolungo coi due metodi, vediamo che il metodo chimico-diffrattometrico dà il 22% di carbonati totali, mentre l'analisi per via ottica dà circa il 26%. Uno dei motivi di questa differenza potrebbe essere la presenza di carbonati con reticolo cristallino diverso da quello della calcite e della dolomite (per es. calcite magnesiaca, ankerite, ecc.) che

---

anche se non si tratta degli stessi campioni. Infatti le due serie rappresentano due « campioni composti » (Krumbein & Pettijohn 1938, pag. 18) del medesimo intervallo stratigrafico. Poichè l'intervallo stratigrafico in questione ha spessore limitato (16 m) ed è compreso in una formazione omogenea potente circa 500 m, si può ritenere che i due « campioni composti » abbiano teoricamente la stessa composizione.

TABELLA 4

*Analisi diffrattometriche quantitative*

Cava di Pratolungo

| Campione | Fillosilicati (residuo a 100) | Quarzo | Ortoclasio | Plagioclasio | Calcite | Dolomite |
|---|---|---|---|---|---|---|
| α | 19,11 | 49,61 ± 3,48 | 2,19 ± 0,86 | 2,17 ± 0,32 | 12,09 ± 1,93<br>*11,84* | *15,08* |
| β | 21,53 | 50,36 ± 3,52 | 2,03 ± 0,37 | 3,28 ± 0,63 | 10,29 ± 0,23<br>*9,25* | *13,55* |
| γ | 27,00 | 45,52 ± 3,70 | 3,46 ± 1,11 | 7,16 ± 0,34 | 4,46 ± 0,45<br>*3,31* | *13,55* |
| δ | 17,83 | 51,31 ± 1,84 | 2,67 ± 0,31 | 5,76 ± 0,44 | 11,56 ± 0,04<br>*9,81* | *12,62* |
| a | 21,22 | 41,51 ± 3,78 | 1,27 ± 0,26 | 2,95 ± 0,62 | 21,97 ± 1,58<br>*21,50* | *11,08* |
| b | 9,84 | 57,41 ± 3,37 | 3,71 ± 1,01 | 7,58 ± 1,11 | 10,66 ± 2,36<br>*11,84* | *10,80* |
| ε | 12,55 | 56,67 ± 3,92 | 3,30 ± 0,86 | 9,48 ± 1,99 | 5,27 ± 1,56<br>*4,00* | *14,00* |
| d | 20,11 | 51,16 ± 3,40 | 2,94 ± 0,96 | 5,20 ± 0,52 | 8,21 ± 0,93<br>*8,70* | *12,38* |
| ζ | 21,70 | 53,98 ± 3,67 | 2,41 ± 1,24 | 2,27 ± 0,35 | 12,74 ± 1,60<br>*13,40* | *6,90* |
| g | 21,05 | 51,71 ± 3,57 | 1,96 ± 0,28 | 4,41 ± 1,26 | 13,34 ± 1,75<br>*11,21* | *7,53* |
|  | 19,19 ± 1,54 | 50,92 ± 1,50 | 2,59 ± 0,24 | 5,03 ± 0,78 | 11,06 ± 1,54<br>*9,85 ± 1,01* | *11,75 ± 0,86* |

N. B. - Le percentuali in carattere corsivo sono state determinate con l'analisi chimica. Le percentuali dei componenti mineralogici dei singoli campioni sono medie ottenute da un certo numero di misure al difrattometro, e i valori ± sono le loro deviazioni standard; i valori ± a fianco delle percentuali medie in calce alla tabella sono gli errori standard delle medie.

darebbero fasci di diffrazione dei raggi X con intensità e $2\vartheta$ leggermente diversi da quelli della calcite e dolomite. Ammettendo la presenza dei suddetti carbonati, anche il calcolo della calcite e dolomite per via stechiometrica, a partire dalle quantità di Ca e Mg, darebbe risultati un po' diversi da quelli ottenuti per via ottica. D'altra parte durante le riprese diffrattometriche non è stato osservato uno spostamento significativo dell' apice della calcite usato per le determinazioni, e quindi l' ipotesi suddetta non risulta provata. Bisogna infine considerare che l' analisi al microscopio dà la percentuale in volume dei carbonati, mentre quella chimica e diffrattometrica danno le percentuali in peso.

Nello studio delle arenarie l' uso congiunto dei due metodi ottico e diffrattometrico può dare risultati di gran lunga più precisi di quelli ottenibili con uno solo di essi. Infatti il metodo ottico è insostituibile per riconoscere ad es. i vari tipi di quarzo (magmatico, metamorfico, selce) o di calcite (detritica, organogena, di cemento), i granuli composti da diversi minerali e la struttura generale della roccia. I dati quantitativi ottenuti per via ottica non sono però molto precisi, sia per l' influenza del fattore soggettivo, sia per la difficoltà o impossibilità di riconoscere certi minerali.

Il metodo diffrattometrico può dare percentuali probabilmente più esatte, soprattutto per alcuni minerali male o affatto distinguibili per via ottica (feldspati, dolomite); d' altra parte non fornisce alcuna informazione sui rapporti tra i diversi costituenti mineralogici, cioè sulla tessitura della roccia.

Il metodo colorimetrico per il dosaggio della calcite e della dolomite è assai semplice e dà risultati precisi; è auspicabile che esso si diffonda nello studio delle rocce sedimentarie.

## CONCLUSIONI

La *Formazione di Pratolungo*, potente un po' meno di 500 metri e di età coniaciana, è costituita prevalentemente da alternanze di argille, calcari e areniti omometriche, risultato di sedimentazione pelagica con notevole apporto detritico; vi sono poi intercalazioni di potenti strati e di banconi multipli di areniti deposte da correnti di torbidità. Ho concentrato la mia attenzione particolarmente sulle strutture e sulla composizione petrografica degli strati di turbidite.

Le percentuali dei vari componenti mineralogici delle areniti mostrano che in tutta la serie cretacica della Lombardia che ho esaminato (fino al Campaniano), le areniti coniaciane sono le uniche (insieme alle arenarie campaniane dei Predazzi presso Villa d'Adda) in cui i granuli di carbonati siano presenti in quantità inferiore al 50%; inoltre vi è un' elevata percentuale — circa il 25% — di granuli di rocce epimetamorfiche. Ciò prova che il diastrofismo nella regione alimentatrice aveva esposto all' erosione la parte superiore del basamento cristallino.

La marcata erosione delle terre emerse aveva dato origine a un accumulo di sedimenti incoerenti a formare una piattaforma continentale (Migliorini 1950).

Il ciglio della scarpata continentale franava a intervalli, per cause svariate e cioè, in ordine di probabilità: scosse telluriche, apporto rapido di ulteriori sedimenti terrigeni, correnti erosive di acqua più limpida. Si originavano così correnti di torbidità che scendevano lungo il pendio continentale, depositando i sedimenti trasportati in sospensione non appena l' inclinazione del fondo accennava a diminuire. Sedimenti sabbiosi venivano in questo modo trasportati al largo della costa, e depositati su regioni del fondo marino dove la sedimentazione normale era essenzialmente argilloso-siltosa e calcarea.

La stabilità degli strati di sabbia formati secondo il suddetto meccanismo era tanto più precaria quanto più ci si avvicinava al ciglio della scarpata continentale, poichè la pendenza del fondo era progressivamente maggiore verso la direzione di provenienza delle torbide. Era quindi sufficiente una piccola perturbazione per compromettere la stabilità della parte più « a monte » di questi strati di sabbia e rimetterla in movimento. Le cause della rottura di equilibrio potevano essere: 1) il *basculement* orogenico, cioè un progressivo sollevamento della zona di provenienza dei sedimenti, compensato da subsidenza del fondo del bacino; 2) il sopraggiungere di un' altra corrente di torbidità, che rimetteva in movimento tutto lo strato di sabbia o solo la sua parte superiore non per azione erosiva, ma rompendone il labile equilibrio.

Il *basculement* doveva essere particolarmente sensibile nella zona di deposito delle arenarie di Pratolungo, perchè questa corrispondeva alla cerniera del movimento (flessura continentale): poco

« a monte » della zona di accumulo delle due sezioni stratigrafiche esaminate vi era tendenza all' innalzamento, poco « a valle » tendenza allo sprofondamento.

Le arenarie di Pratolungo sono dunque rappresentanti tipiche del *clinoform* di Rich (1951), cioè sono state deposte sotto il livello inferiore di azione delle onde, su un fondo in pendenza, e probabilmente là dove il pendio continentale diminuiva la sua inclinazione per raccordarsi al fondo del bacino, quindi in ambiente batiale a profondità di alcune centinaia di metri.

Nel classico lavoro geologico e paleontologico di S. Venzo (1954), che è servito di base per i miei rilievi sedimentologici, le arenarie coniaciane sono trattate dal punto di vista geologico, geomorfologico e paleontologico, e vengono attribuite ad un ambiente di spiaggia, in base alla presenza di *Nemertilites*. Dal presente studio risulta che:

1) I *Nemertilites*, da me osservati in un masso proveniente dalla cava di Pratolungo, sono piste di animali limivori conservate come controimpronte sulle superfici inferiori di stratificazione delle arenarie, secondo un processo tipico della sedimentazione da correnti di torbida e descritto da Migliorini (1950). Inoltre organismi limivori indeterminati possono vivere a qualunque profondità;

2) Il tipo petrografico delle arenarie esclude che possano essere state depositate in ambiente costiero, entro la zona di azione delle onde, perchè in tal caso si tratterebbe di sabbie « pulite », ben classate e senza sostanza argillosa interstiziale. Qui invece ci troviamo in presenza di subgrovacche, cioè arenarie eterometriche, depositate in un ambiente a bassa energia dinamica:

3) I giunti argillosi e le sezioni argilloso-calcaree alternate ai banconi di arenaria sono tipici depositi pelagici, risultato di sedimentazione lenta in acque tranquille e abbastanza profonde;

4) Infine la struttura gradata dei banconi di arenaria è quella attribuita dagli Autori alla sedimentazione per correnti di torbidità (Kuenen & Migliorini 1950).

Ricapitoliamo qui brevemente le principali caratteristiche che fanno ascrivere le arenarie della *Formazione di Pratolungo* a una sedimentazione da correnti di torbidità, confrontandole con altri depositi analoghi studiati da vari Autori, e tenendo presente in parti-

colare l'elenco di strutture dei depositi di torbida riportato da KUENEN & CAROZZI (1953).

La struttura gradata è del tipo causato da correnti di torbidità, cioè con presenza delle particelle fini anche alla base dello strato, ma si manifesta con numerose varianti:

*a*) Struttura gradata semplice, dovuta a una normale corrente di torbidità, generata da una frana del ciglio della scarpata continentale.

*b*) Struttura gradata per la parte più grossolana non alla base dello strato, ma poco sopra, causata dalla risedimentazione dello strato immediatamente sottostante (v. pag. 93). Questa spiegazione è preferibile a quella che si potrebbe avanzare in base agli esperimenti di laboratorio di KUENEN & MENARD (1952), i quali hanno osservato che anche in un flusso turbolento, quale è quello di una corrente di torbidità, vi è una ristretta zona di flusso laminare al contatto tra la torbida e il fondo. Ma in tal caso i primi cm dello strato dovrebbero contenere solo i granuli più grossi trasportati e dovrebbero essere omometrici, come avviene per i depositi da correnti laminari, ciò che non si verifica.

*c*) Struttura gradata multipla, dovuta al sopraggiungere, subito dopo la prima corrente di torbida, di una seconda corrente che si è insinuata con la sua parte frontale sotto la parte terminale, molto meno densa, della prima (KUENEN & MENARD 1952). E' presente nello strato che inizia a m 7,15 nella serie della cava di Pratolungo.

*d*) Struttura gradata multipla per erosione, ad opera di una corrente di torbida, della parte superiore dello strato precedentemente deposto. Questo tipo di struttura si osserva nei banconi più potenti.

La mancanza — o scarsità — di gradazione nel primo bancone di arenaria della cava di Pratolungo potrebbe essere spiegata, secondo gli esperimenti di KUENEN & MENARD (1952), con una alimentazione prolungata della corrente di torbidità. Si tratterebbe cioè non di una frana subitanea, ma di un progressivo sgretolamento del ciglio della scarpata continentale. Analogamente la mancanza di gradazione e la presenza di numerosi ciottoli piatti di argilla nei due strati di arenaria sopra m 1,50 (serie della cava di Pratolungo) potrebbero essere dovute alla poca distanza tra la zona di origine della frana sottomarina e il luogo di deposito definitivo.

In tutti gli strati di arenaria l' inizio, a partire dall' argilla sottostante, è brusco e anche il termine è assai netto rispetto al giunto soprastante. Quest' ultima caratteristica è dovuta a una originaria scarsità di parti fini nella torbida (come si osserva nelle sezioni sottili e nei risultati delle analisi granulometriche) e anche al fatto che la coda della torbida aveva velocità sufficiente per asportare le parti più fini verso il centro del bacino (KUENEN 1953). Se teniamo presente che una torbida povera di parti fini non potrebbe andare lontano su un fondo poco inclinato, dobbiamo dedurre che le arenarie della *Formazione di Pratolungo* si sono deposte su un fondo con sensibile inclinazione (*clinoform* di RICH, 1951).

Infine una caratteristica molto importante dei depositi di torbida, riscontrata nelle arenarie della *Formazione di Pratolungo*, è la presenza di ciottoli piatti di argilla a qualunque livello negli strati.

Praticamente tutte le proprietà citate da KUENEN & CAROZZI (1953) come caratteristiche dei depositi di torbida sono quindi presenti, ad eccezione delle tre seguenti:

1) Mancano i tipici *load casts* cioè le protrusioni della base dei banchi arenacei nelle argille sottostanti. Questo si può spiegare con lo spessore assai limitato dei giunti argillosi.

2) Manca il *convolute bedding* osservato da MIGLIORINI nel Macigno (sono forse ad esso riferibili le fitte arricciature osservate nel sottile giunto a m 12,50 nella cava di Pratolungo). Ciò può essere una conferma indiretta dell' interpretazione di MIGLIORINI (1950) sull' origine di questa struttura, che sarebbe dovuta all' ostacolo opposto all' espulsione delle acque di strato dai livelli superiori, più argillosi e quindi quasi impermeabili, dello strato stesso, con conseguente loro rigonfiamento e pieghettatura. In queste arenarie però, come abbiamo visto, la componente argillosa scarseggia anche verso l' alto degli strati.

3) Sono presenti nella cava di Pratolungo due canali di erosione sovrapposti, riempiti da arenaria « pulita » cioè ben classata. Questa obiezione è facilmente respinta, considerando che niente si oppone all' esistenza di correnti di fondo di acqua limpida anche in ambiente neritico-batiale, purchè il fondale sia sufficientemente inclinato. Tali correnti sono mosse da differenze di densità dovute a diversità di temperatura con le acque circostanti. La loro presenza, come

anche il loro potere erosivo, sono confermati dall' esistenza, nei giunti, di calcari arenacei gradati per diminuzione di competenza della corrente e talora con *current bedding*, e di arenarie omometriche, derivanti evidentemente da erosione e classazione dei sottostanti strati di subgrovacca (fig. 7).

Un problema assai interessante è quello della forma del bacino sedimentario in cui si depositò la *Formazione di Pratolungo*, della direzione prevalente delle correnti di torbidità, e della localizzazione della linea di costa.

La regione alimentatrice era verosimilmente situata a Nord dell' attuale fascia di affioramento della formazione, cioè verso l' asse della catena alpina. Tra i componenti mineralogici delle arenarie si riconoscono granuli di rocce parametamorfiche, di quarzo magmatico e metamorfico appartenenti alle rocce del basamento cristallino. Vi sono inoltre granuli di calcare e dolomia che provengono dalle formazioni triassiche e giuresi e probabilmente anche dal Cretacico inferiore (limitatamente al calcare). I granuli di selce provengono dalle formazioni selcifere del Giurassico-Cretacico inferiore.

Circa la *direzione delle correnti di torbida*, gli elementi che ho potuto raccogliere sono scarsi, e talora contrastanti. Nella regione della cava di Pratolungo alcune strutture, e cioè impronte di corrente alla base di alcuni banconi di arenaria, striature forse prodotte da oggetti (ciottoli, vegetali) trascinati sul fondo fangoso dalla corrente di torbidità (Ten Haaf 1959), laminazioni inclinate presenti negli straterelli di arenite omometrica, forma e orientazione dei canali di erosione riempiti da arenaria omometrica, e infine pieghettature gravitative con vergenza costante presenti nella parte superiore di alcuni strati di arenite possono indicare una direzione media delle correnti da NW verso SE.

Nella regione di Sarnico invece, da *ripple-marks* di corrente e da piccole faglie gravitative di poco successive alla sedimentazione degli strati di arenaria, si può dedurre una direzione di massima inclinazione del fondo marino da NE verso SW. Inoltre la frequenza delle strutture erosive interne agli strati è un indizio di profondità minore che nel Bergamasco e nella Brianza.

Fondandosi su queste osservazioni e su altre da me compiute durante studi sedimentologici sul Cretacico lombardo (Fernandez 1961), si può dedurre che il bacino a forte subsidenza nel quale sedimentò la *Formazione arenacea di Pratolungo* era di forma ellittica,

allungata secondo la direzione alpina. Il bacino passava ad Est a una zona poco subsidente di mare più basso in corrispondenza alla regione interessata dal « sollevamento tettonico della Val Camonica », fenomeno che il De Sitter (1948) ritiene di età ercinica. I limiti occidentali del bacino sono meno definibili, data la scarsità di buoni affioramenti; si può ritenere che esso terminasse a occidente nella attuale regione della Brianza occidentale.

*Sezioni IV e VI del Centro Nazionale per lo Studio Geologico e Petrografico delle Alpi del C.N.R.;*

*Istituti di Mineralogia dell' Università di Milano e di Geologia dell' Università di Torino; Dicembre 1962.*

## Riassunto

Viene presa in considerazione una formazione argilloso-arenacea del Cretacico superiore (Coniaciano) affiorante nel Bergamasco e nella Brianza orientale. Di essa si descrive l' aspetto generale e si esaminano in particolare le strutture presentate dagli strati di arenaria in due cave: quella di Pratolungo (Bergamasco occidentale) e quella di Sarnico (Lago d'Iseo). Dalle strutture si deduce che si tratta di sabbie deposte da correnti di torbidità. Viene poi data una esatta descrizione petrografica delle arenarie in questione, coi risultati di analisi granulometriche, di analisi modali al microscopio, di analisi diffrattometriche quantitative coi raggi X e di analisi chimiche parziali, mettendo a confronto questi ultimi tre metodi di indagine. Si espongono infine alcune idee circa l' ambiente e le modalità di sedimentazione della formazione, designata come Formazione di Pratolungo.

## Summary

An Upper-Cretaceous formation is considered, consisting of sandstone-shale alternances and outcropping in the hills of Bergamo and Eastern Brianza (Northern Italy). The A. describes the general appearance of the formation, and examines in detail the structures displayed by the sandstone beds in two quarries: the first near Pratolungo (West of Bergamo), the second near Sarnico (Lake Iseo). The structures give proof that the sands were deposited by turbidity currents. The texture and composition of the sandstones are then described, by means of size analyses, thin section analyses, diffractometric quantitative analyses and chemical analyses; the last three methods are compared. Finally some ideas are exposed about the environment and modalities of deposition of this formation, named the Pratolungo Formation.

## BIBLIOGRAFIA

CACCIAMALI G. B. (1930), *Morfogenesi delle Prealpi Lombarde*, Brescia.

CIPRIANI C. (1958), *Ricerche sui minerali costituenti le arenarie: II) Sulla composizione mineralogica della frazione sabbiosa di alcune arenarie macigno*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 65.

— (1961), *Ricerche sulle arenarie: III) la composizione mineralogica di una serie di rocce della formazione del macigno*. Per. Min. 30.

DE ALESSANDRI G. (1899), *Osservazioni geologiche sulla Creta e sull' Eocene della Lombardia*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 38.

DESIO A. (1929), *Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche)*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., 10.

DE SITTER L. U. & DE SITTER-KOOMANS L. M. (1949), *The geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy*. Leidse Geol. Med., 14 B.

FAGNANI G. (1956), *Giacimenti di rocce e minerali utili tra il Lago Maggiore e il Lago di Garda*. Natura, 47.

FERNANDEZ D. (1961), *La fase orogenetica ante-alpina studiata attraverso i mutamenti di facies dei sedimenti del Cretacico superiore lombardo*. Boll. Soc. Geol. It., 80.

FERNANDEZ D. (1962), *Modalità di sedimentazione del «Flysch» cenomaniano-turoniano nella regione di Pontida (Lombardia)*. Atti Soc. It. Sc. Nat., 101.

KRUMBEIN W. C. & PETTIJOHN F. J. (1938), *Manual of sedimentary petrography*. Appl. Cent. Crofts, New York.

KUENEN PH. H. (1953), *Significant features of graded bedding*. Bull. Am. Ass. Petr. Geol., 37.

KUENEN & CAROZZI (1953), *Turbidity currents and sliding in geosynclinal basins of the Alps*. Journ. Geol., 61.

KUENEN PH. H. & MENARD H. W. (1952), *Turbidity currents, graded and non graded deposits*. Journ. Sedim. Petrol., 22.

KUENEN PH. H. & MIGLIORINI C. I. (1950), *Turbidity currents as a cause of graded bedding*. Journ. Sedim. Petrol., 58.

JUNG J. & BROUSSE R. (1959), *Classification modale des roches eruptives utilisant les données fournies par le compteur de points*. Masson & C. Paris.

LOMBARD A. (1956), *Géologie sédimentaire. Les séries marines*. Masson & C. Paris.

MIGLIORINI C. (1950), *Dati a conferma della risedimentazione delle arenarie del macigno*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Ser. A, 57.

ORLINI A. (1949), *Notizie geologiche sul Cretacico nei dintorni di Brescia*. Boll. Soc. Geol. It., 68.

PETTIJOHN F. (1956), *Sedimentary rocks*. Harper & Br., New York. 2ª ed.

RICH J. L. (1951), *Three critical environments of deposition, and criteria for recognition of rocks deposited in each of them.* Bull. Soc. Geol. Am., 62.

TEN HAAF E. (1959), *Graded beds of the northern Apennines.* Groningen.

VARISCO A. (1881), *Note illustrative della carta geologica della provincia di Bergamo. Carta geologica 1:75.000.* Bergamo.

VENZO S. (1948), *Rilevamento geomorfologico dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco. Carta geomorfologica: 1:30.000.* Atti Soc. It. Sc. Nat., 87.

— (1953), *Nuova forma di Anisoceras (Ammonite svolta) nelle arenarie senoniane di Monte S. Genesio (Brianza orientale).* Atti Soc. It. Sc. Nat., 91.

— (1954), *Stratigrafia e tettonica del Flysch (Cretacico-Eocene) del Bergamasco e della Brianza orientale.* Mem. Descr. Carta Geol. It., 31.

*Fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000:*

*Foglio 32 (Como).* Rilev. MERLA G., NOVARESE V., REDINI R., REPOSSI E., STELLA A., 1937.

*Foglio 33 (Bergamo).* Rilev. DESIO A., VENZO S., 1954.

*Foglio 47 (Brescia).* Rilev. COZZAGLIO A., 1939.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XIII

La cava di Pratolungo. Si confronti con la figura 2 n. t.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XIV

Fig. 1. — Aspetto generale della Formazione di Pratolungo. A depositi prevalentemente argillosi, con areniti omometriche e calcari, si intercala un grosso strato di turbidite. Eremo di S. Genesio (Brianza Orientale).

Fig. 2. — Terminazione a lingua di un sill clastico nella cava di Pratolungo. Si confronti con la figura 2 n. t. a m 9,60.

Fig. 1.

Fig. 2.

## SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA XV

Fig. 1. — Arenaria della cava di Pratolungo. Nicol ×, 8 ingrandimenti. Si confronti con gli istogrammi 1 e 2 della figura 8 n. t.

Fig. 2. — Arenaria delle cave di Sarnico. Nicol parzialmente ×, 8 ingrandimenti. Si confronti con gli istogrammi 3 e 4 della figura 8 n. t.

Fig. 3. — Contatto erosivo tra arenaria eterometrica della parte superiore di uno strato di turbidite, e arenaria grossolana omometrica da corrente di acqua limpida. Cava di Pratolungo (v. figura 5 n. t., parte superiore destra). Solo polarizzatore, 8 ingrandimenti.

Fig. 4. — Arenaria fortemente eterometrica affiorante presso Cagliano (Brianza orientale). Si osservi il grosso granulo di quarzo in alto a sinistra e si confronti con l' istogramma 5 della figura 8 n. t. Nicol parzialmente ×, 9,5 ingrandimenti.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

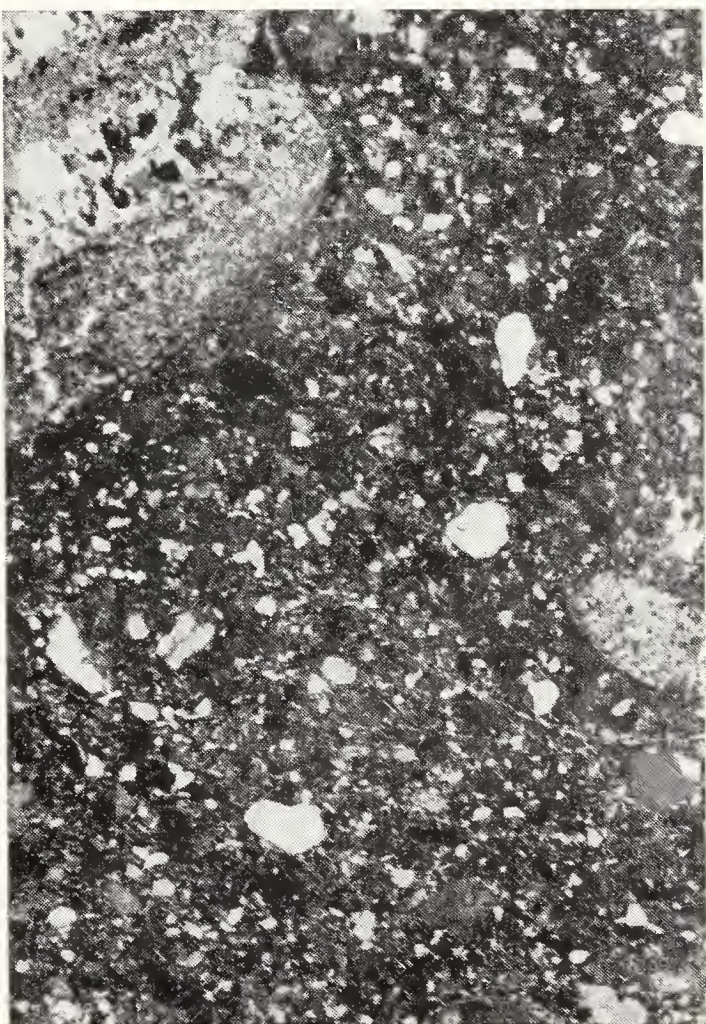



Fig. 4.

# SUNTO DEL REGOLAMENTO DELLA SOCIETÀ

(Data di fondazione: 15 Gennaio 1856)

Scopo della Società è di promuovere in Italia il progresso degli studi relativi alle scienze naturali.

I Soci possono essere in numero illimitato: *annuali*, *vitalizi*, *benemeriti*.

I *Soci annuali* pagano L. 2000 all' anno, *in una sola volta, nel primo bimestre dell' anno, e sono vincolati per un triennio.* Sono invitati particolarmente alle sedute (almeno quelli dimoranti in Italia), vi presentano le loro Memorie e Comunicazioni, e ricevono gratuitamente gli Atti e le Memorie della Società e la Rivista *Natura.*

Chi versa Lire 20000 una volta tanto viene dichiarato *Socio vitalizio.*

Sia i soci *annuali* che *vitalizi* pagano una quota d'ammissione di L. 500.

Si dichiarano *Soci benemeriti* coloro che mediante cospicue elargizioni hanno contribuito alla costituzione del capitale sociale o reso segnalati servizi.

La *proposta per l' ammissione d' un nuovo Socio annuale o vitalizio* deve essere fatta e firmata da due soci mediante lettera diretta al Consiglio Direttivo.

Le rinuncie dei Soci *annuali* debbono essere notificate per iscritto al Consiglio Direttivo almeno tre mesi prima della fine del 3° anno di obbligo o di ogni altro successivo.

La cura delle pubblicazioni spetta alla Presidenza.

Tutti i Soci possono approfittare dei libri della biblioteca sociale, purchè li domandino a qualcuno dei membri del Consiglio Direttivo o al Bibliotecario, rilasciandone regolare ricevuta e con le cautele d' uso volute dal Regolamento.

Gli Autori che ne fanno domanda ricevono gratuitamente *cinquanta* copie a parte, con *copertina stampata*, dei lavori pubblicati negli *Atti* e nelle *Memorie*, e di quelli stampati nella Rivista *Natura.*

Per la tiratura degli *estratti*, oltre le dette 50 copie, gli Autori dovranno rivolgersi alla Tipografia sia per l' ordinazione che per il pagamento. La spedizione degli estratti si farà in assegno.

# INDICE DEL FASCICOLO I



---

*Nel licenziare le bozze i Signori Autori sono pregati di notificare alla Tipografia il numero degli estratti che desiderano, oltre le* 50 *copie concesse gratuitamente dalla Società.*

*Il listino dei prezzi per gli estratti degli* Atti *da pubblicarsi nel 1962 è il seguente:*

| COPIE | 25 | 50 | 75 | 100 |
|---|---|---|---|---|
| Pag. 4 | L. 1500.– | L. 2000.– | L. 2250.– | L. 2500.– |
| » 8 | » 2000.– | » 2500.– | » 2750.– | » 3000.– |
| » 12 | » 2500.– | » 3000.– | » 3250.– | » 3500.– |
| » 16 | » 3000.– | » 3500.– | » 3750.– | » 4000.– |

NB. - La coperta stampata viene considerata come un 1/4 di foglio.

---

*Per deliberazione del Consiglio Direttivo, le pagine concesse gratis a ciascun Socio sono* 16 *per ogni volume degli* Atti *o di* Natura.

*Nel caso che il lavoro da stampare richiedesse un maggior numero di pagine, queste saranno a carico dell'Autore. La spesa delle illustrazioni è pure a carico degli Autori.*

I vaglia in pagamento delle quote sociali devono essere diretti esclusivamente al Dott. Edgardo Moltoni. *Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55, Milano.*